CINQUANTA LETTERE

SULLA

CHIMICA APPLICATA

DEL

BARONE GIUSTO DE LIEBIG

PRIMA TRADUZIONE COMPLETA CON ANNOTAZIONI

SULLA QUARTA ED ULTIMA EDIZIONE TEDESCA DEL 1859

per cura

DEL CAV. VITTORIO KOHLER E DEL PROF. DOMENICO DE LUCA.

NAPOLI

STAMPERIA DELL' IRIDE.

1859.

A SUA MAESTÀ

MASSIMILIANO II.

RE DI BAVIERA.

È alla corona di autori nelle belle arti e nelle scienze, di cui piacque a Vostra Maestà circondarsi, il passato inverno, nello scopo di avere dalle letture e vive discussioni un' immagine adequata dell' indirizzo che segue lo spirito nei tempi nostri, che io debbo massimamente render grazie di quell' incitamento a cose nuove che in questa quarta edizione delle Lettere Chimiche si rinviene.

Laonde, se alla Maestà Vostra, che così alla vita pratica come al benessere di essa, non meno che

alle scienze e ai loro progressi un fecondo e benevolo affetto dimostra, io con profondo rispetto oso dedicare quest' opera destinata a convergere ed unificare il prospero coordinarsi di entrambe, ciò è l'effetto della grata riconoscenza per la parte efficace ed operosa, che la stessa Maestà Vostra volle degnarsi di prendere ne' miei lavori.

Di Vostra Maestà.

Divotissimo servitore
GIUSTO DE LIEBIG.

Monaco 31 Dicembre 1858.

PREFAZIONE DE' TRADUTTORI.

Le Lettere Chimiche di Liebig son note abbastanza perchè noi le avessimo ad annunziare. Esse sono state pubblicate in epoche diverse e sono state tradotte in diverse lingue. Quelle però che ora noi presentiamo tradotte, in questo Volume, alla gioventù italiana, son tutte quelle che l'illustre Autore ha in tedesco idioma pubblicate in Monaco, nella Baviera, nel Gennaio del corrente anno; e mentre alcune lettere sono del tutto nuove, quelle poi che pel loro contenuto pare che abbiano fatto parte delle precedenti pubblicazioni, presentano tale una fisonomia nuova e tale un nuovo modo di trattar le materie, che ben può dirsi che l'Autore le abbia, come quelle, appositamente scritte. Quindi noi, e siamo i primi in Italia, nell'intraprenderne la traduzione e la pubblicazione, non abbiamo avuto altro scopo che quello di arricchire il nostro paese di un'opera che può con ragione considerarsi come un tesoro di conoscenze chimiche applicabili ed applicate alle Scienze mediche, alle Scienze naturali ed alle Scienze economiche, e specialmente alla Fisiologia, all'Igiene, all'Agricoltura ed alla Pastorizia.

PREFAZIONE

ALLA PRIMA EDIZIONE.

Anche il più attento osservatore non riuscirebbe giammai ad acquistare una giusta idea della nostra età considerata sotto l'aspetto materiale ed intellettuale, qualora ignorasse quali sieno i legami nascosti che rannodano tra loro le scoverte fatte a pro della vita e della scienza. Per l'uomo incivilito queste cognizioni sono un bisogno, imperocchè racchiudono in sè la prima e più importante condizione dello sviluppo e perfezionamento della sua vita intellettuale. Per esso è già un guadagno aver conoscenza delle cagioni e degli sforzi su cui fondansi tanti e sì ricchi risultamenti, poichè soltanto da ciò che si è operato potrà egli illuminarsi su'già ottenuti e presentirne i futuri. Rendendosi familiari questi fatti, parteciperà anch'egli del movimento, e sparirà in lui tutto ciò che tra i risultamenti ottenuti gli sembrava un enigma, oppure un effetto del caso: le nuove progressive direzioni dello spirito di oggidì gli si presenteranno tra loro collegate nel modo più naturale e più necessario. Così prendendo possesso de'beni intellettuali che gli si presentano, avrà egli il vantaggio, a suo talento, d'invertirli al suo proprio utile, di contribuire anch'esso all'accrescimento di questi beni, di propagarne il successo e renderli fruttiferi ancora per altri.

È con questo pensiero che furono scritte le *Lettere chimiche;* esse sono destinate a richiamare l'attenzione del mondo incivilito sullo stato e la significazione della chimica, su i problemi che i chimici intendono a sciogliere, non che sulla parte che questa scienza ha preso ai progressi delle industrie, della meccanica, della fisica, dell'agricoltura e della fisiologia.

Queste Lettere furono scritte per un colto pubblico nello stretto senso della parola, il quale non è già uso a farsi spaventare dalla discussione delle più importanti e più difficili quistioni della scienza, come quelle che esercitano una benigna influenza sul progresso consecutivo e le applicazioni da farsene; esse furono scritte per quei lettori i quali non prendono alcun diletto per la forma così detta popolare, in cui sovente si ricorre a spiegazioni volgari o basse. Le investigazioni della natura offrono ciò di particolare, che i loro risultamenti sono non meno chiari, persuasivi e intelligibili per la mente umana che non professa assolutamente queste scienze, di quello che lo sieno per lo scienziato; e questi non ha altro vantaggio su quello, fuorchè la conoscenza delle vie o dei mezzi che a ciò lo hanno condotto; ma nella maggior parte dei casi questa conoscenza non è mica necessaria per la utile applicazione dei predetti risultamenti.

Credo poi che la forma di esposizione da me scelta non abbia bisogno di essere giustificata; la stimai convenire per me e pel Giornale in cui per la prima volta furono pubblicate queste Lettere.

Chiunque prende contezza, con qualche attenzione, di quanto si opera in Alemagna, dovrà convenire, che, per la sua propagazione, per la estensione e la varietà de' suoi principî, nonchè per la profondità e solidità delle sue conoscenze su tutte le parti dello scibile umano, come altresì pel gusto puro e pei retti sentimenti degli uomini a cui n'è affidata la compilazione, *la Gazzetta universale*, che si pubblica in Augusta, sia giunta ad essere, pei bisogni dell'epoca presente, l'organo istorico della coltura, tanto sotto l'aspetto politico e sociale, quanto sotto quello scientifico; e da ciò rilevasi benissimo, come, ai reiterati e premurosi inviti fattimi dal proprietario di quel giornale, io aderii volentieri, volendo aprire alla chimica un più vasto campo nella società.

Giessen, luglio 1844.

PREFAZIONE

ALLA QUARTA EDIZIONE.

Oltre a parecchie amplificazioni di talune lettere in particolare, io ho coordinato a questa nuova edizione non poche cose lette in diverse circostanze, come quelle stimate di un generale interesse circa lo studio delle scienze naturali (lettera II), quelle sulla trasmutazione delle forze nella natura organica (lettera XIII), sulla trasmutazione della proprietà dei corpi (lettera XV), sul materialismo (lettera XXIII), sulla combustione spontanea umana (lettera XXIV); al che in ultimo aggiunsi altresì una serie di lettere agronomico-chimiche (da XXXVII a L.).

Le analisi chimiche, ad eccezione di pochissime, si sono eseguite sotto i miei occhi da taluni valenti giovani chimici, signori D.r VERDEIL di Losanna, PORTER, D.r BREED e JOHNSON, di Nuova-York, ZEDELER di Copenaghen, LEHMANN di Dresda, D.r KELLER di Würzburg, D.r GRIEPENKERL ora professore in Gottinga, D.r STOELZEL di Heidelberga, STAMMER di Lussemburgo, D.r HENNEBERG, BUCHNER e KEKULE di Darmstadt, signor ARZBAECHER e dai miei due assistenti D.r STRECKER e D.r FLEITMANN, ai quali io esprimo qui la mia gratitudine per l'aiuto prestatomi.

Monaco in Gennaio 1859.

LETTERE CHIMICHE

LETTERA PRIMA.

Negli scritti del tempo moderno tanto e così sovente si fa parola di Chimica, che una esposizione più esatta dell'influenza ch' esercita questa scienza sopra le industrie e sulle manifatture, nonchè dei suoi rapporti con l'agricoltura, la fisiologia e la medicina, forse non si potrà del tutto chiamare lavoro infruttuoso.

Così mi riuscisse in questa prima lettera d'infondere negli animi la convinzione che la Chimica, quale scienza propria, sia uno dei mezzi più efficaci a rendere lo spirito atto ad una più elevata coltura, e che lo studio di essa sia utile, non solamente perchè giova al ben essere materiale degli uomini, ma perchè ci offre la conoscenza delle maraviglie della Creazione che ci sono dappresso, e con le quali la nostra esistenza e lo sviluppo fisico e morale sono in un intimo legame!

La spiegazione delle cagioni che producono i fenomeni naturali; quella delle sorgenti donde e le piante e gli animali traggono la loro origine; quella del principio del nutrimento e delle leggi della sana conservazione di essi, nonchè dei cambiamenti che operansi in quella natura della quale il nostro corpo fa parte riguardo alla sua materialità, è talmente ambita dallo spirito pensatore dell'uomo, che le scienze le quali appagano con qualche soddisfazione la innata curiosità sua, sono più delle altre atte ad esercitare influenza sulla cultura del suo intelletto.

Lo studio delle scienze naturali, come mezzo di educazione, è un bisogno dei nostri tempi. La istruzione religiosa e morale ne forma la prima parte e la più importante; accanto a questa,

le diverse facoltà intellettuali dell' uomo debbono svilupparsi ed esercitarsi, coordinando l'educazione all'individuo, e lo spirito deve acquistare una certa ampiezza di generali ed utili cognizioni. Di tutte le scienze naturali, la Chimica più delle altre offre all'uomo la maggiore abbondanza di oggetti atti a richiamare la sua riflessione e la sua mente, poichè essi presentano alle sue facoltà intellettuali delle verità sempre nuove; nessuna scienza più della Chimica è acconcia ad invogliare gli spiriti all' osservazione esatta onde scoprir le somiglianze e le differenze così come dai fenomeni derivano; nessuna scienza ci rende più chiare e ci fa più usati alle leggi del pensiero, nel modo appunto con che, secondo l'ordine logico e le ragioni esatte del metodo, debbono guidarci così nel conoscere la verità della spiegazione data ad un fenomeno, come nella ricerca delle cagioni e degli effetti di esso. A misura che lo spirito umano accresce la sua intelligenza da un lato, si fortificano ed aumentano le facoltà sue in tutte le altre direzioni. L'acquisto di una verità nuova è per l'uomo un altro senso che gli vien dato, e che ora gli permette di scoprire e di riconoscere tanti nuovi fenomeni, che prima ignorava, e che restano tuttavia occulti ad un altro.

La Chimica introduce l' uomo nel regno delle forze segrete, mercè la potenza delle quali l'origine e la fine di ogni cosa terrestre è condizionata, e dall'azione delle quali dipende la produzione dei più importanti mezzi di esistenza di cui abbisognano e l'uomo come individuo e lo Stato. La Chimica, come parte integrante delle scienze naturali, è intimamente connessa alla fisica, che dal canto suo è direttamente in rapporto con l'astronomia e le matematiche. Il fondamento di qualsiasi branca delle scienze naturali è la osservazione immediata della natura; siffatte esperienze acquistate, solo a poco a poco si sono ridotte a scienza.

Il mutar luogo degli astri, la successione della notte al giorno e quella delle stagioni ci hanno condotti all' *astronomia.*

Con l'astronomia nacque la fisica, e questa giunta a qualche grado di perfezione dette origine alla chimica scientifica. Dalla chimica organica si svilupperanno le leggi a cui la vita è sottoposta, e questo appunto è la *fisiologia.*

E però l'esperienza non è già solo il fondamento di ogni scienza che alla natura si riflette, ma delle altre bensì: la durata dell'anno fu riconosciuta; spiegato il cangiamento delle stagioni; calcolate le eclissi della luna, anche prima della scoverta delle leggi

di gravità; si sono costruiti i molini e si sono avute le trombe prima che la pressione dell'aria sia stata conosciuta; si è fabbricato il vetro e la porcellana; si sono prodotti i colori e separati i metalli mercè la sola arte sperimentale, senza che la scienza esatta avesse diretto siffatte operazioni. Così ancora la base della geometria è scienza sperimentale; la maggior parte dei suoi teoremi fu rinvenuta dalla esperienza, pria che la verità ne fosse dimostrata dalla ragione. Che il quadrato della ipotenusa sia eguale alla somma dei quadrati dei due cateti, fu rinvenuto per esperienza: ciò fu mera scoperta; avrebbe altrimenti lo scopritore di siffatta verità, trovata che n'ebbe la dimostrazione, sacrificata una ecatombe?

Ma quanto sono diverse le scoverte del naturalista ai giorni nostri, ora che, guidato dallo spirito di una sana filosofia, egli è pervenuto a studiare i fenomeni onde ricavarne poi per conchiusione le cagioni e le leggi!

Da un solo genio eminente, da Newton, venne più luce che dieci secoli prima di lui non valsero a produrre. La esatta cognizione del movimento dei corpi celesti, la caduta dei gravi, è la madre d'innumerevoli altre scoperte; la nautica, il commercio, l'industria, ogni singolo uomo, fintantochè esisterà il genere umano, ricaveranno dei vantaggi intellettuali e materiali dalle di lui scoperte.

Invano senza il soccorso della storia della fisica tenteremo di farci una chiara idea della influenza che la investigazione delle cose naturali ha esercitata sulla coltura dello spirito umano. Nelle nostre scuole i fanciulli apprendono talune verità, l'acquisto delle quali costò fatica immensa e sforzi indicibili. Essi ridono se narriamo loro, che un naturalista italiano scrisse una lunga e minuziosa dissertazione, onde provare che la neve dell'Etna consista delle sostanze medesime che quella delle Alpi svizzere; e che lo stesso raccolse una quantità di argomenti per dimostrare che entrambe nella fusione producono dell'acqua che ha comuni proprietà e composizione. E ciò non ostante, siffatta conchiusione non era tanto manifesta, poichè quanto è diversa la temperie di calore della Svizzera da quella della Sicilia! Nessuno in quei tempi aveva una idea della diffusione del calorico sulla superficie terrestre. E se un fanciullo chiude un bicchiere pieno di acqua con un semplice foglio di carta e lo capovolge senza che n'esca una goccia del fluido contenutovi, cagionerà le maraviglie soltanto ad un altro fanciullo, non ostante che sia quello lo sperimento stesso che

rese immortale il nome di TORRICELLI; esso è la variazione dello sperimento con cui in Ratisbona il borgomastro magdeburghese (1) fece stupire l'imperatore e l'impero. I nostri fanciulli hanno sulla natura ed i suoi fenomeni idee più adeguate dello stesso PLATONE; eglino oserebbero deridere PLINIO per gli errori che commise.

Guidati dalla storia, dalla filosofia e dagli studii classici noi arricchiamo le nostre conoscenze nel mondo intellettuale, non che nelle leggi della investigazione e del pensiero, ovvero della natura spirituale dell'uomo. Leggendo nelle opere degli uomini grandi e dabbene di tutt'i tempi, impariamo dalle esperienze dei passati secoli a domare ed infrenare le nostre passioni, ed a nobilitare il nostro cuore. Esse ci conducono alla conoscenza dell'uomo dei tempi presenti, di cui la natura morale resta eternamente la stessa; esse c'insegnano a rivestire della forma più elegante i fondamenti della Religione, della verità e del dritto, onde produrre maggior effetto sull'animo altrui. Ma la storia e la filosofia non riuscirono ad impedire che taluni uomini perissero sui roghi quali incantatori, e'l sommo KEPLERO medesimo, giunto a Tubinga onde salvare la madre dalle fiamme, riuscì soltanto a dimostrare che la medesima non aveva alcuna delle vere proprietà caratteristiche di una strega.

Come granello di seme da frutto maturo distaccossi dalla fisica, settant'anni fa, la Chimica quale scienza a parte; con BLACK, CAVENDISH e PRIESTLEY cominciò per essa un'era novella. La medicina, la farmacia e la tecnologia avevano preparato il suolo, sul quale il granello seminato doveva svilupparsi e venire a maturità.

Il fondamento della Chimica, com'è risaputo, è la teorica in apparenza molto semplice sulla combustione. Or noi conosciamo quanto ne sia derivato, quali benefici e quali benedizioni ne provengono. Dal tempo della scoperta dell'*ossigeno* il mondo incivilito ebbe a soffrire una rivoluzione nelle sue costumanze ed abitudini. La conoscenza della composizione dell'atmosfera, quella della solida crosta terrestre, quella dell'acqua, nonchè la loro influenza sulla vita delle piante e degli animali, rannodansi a cotesta scoperta. Il vantaggioso progredire d'innumerevoli fabbriche ed industrie, il ripristinamento dei metalli vi sono in intima connessione. Si può dire che il ben essere materiale degli Stati, da quel-

(1) Ottone di Guerike, che nel 1654 inventò la macchina pneumatica. — L'esperimento di Torricelli però rimonta al 1643. *Trad.*

l'epoca in poi, sia di molto accresciuto, e che la fortuna di ogni individuo sia perciò aumentata.

Ad ogni singola scoperta nella Chimica tengono dietro simili effetti; ogni applicazione delle sue leggi è capace di produrre dell' utile allo Stato, e d'ingrandire in qualche modo la sua forza e la sua prosperità.

Per molti riguardi la Chimica ha dell'analogia con le matematiche; siccome queste insegnano a misurare campi, a costruire edifici, ad innalzare pesi, essa, al pari che l'arte del calcolo, è uno strumento di cui il destro maneggiamento arreca una utilità manifesta. D' altra parte poi le matematiche rendono l'uomo atto a trarre delle conseguenze giuste secondo date regole; esse gli fanno conoscere un linguaggio proprio, coll'aiuto del quale egli esprime in modo straordinariamente semplice una serie di conseguenze in linee ed in segni, chiari a tutti coloro che conoscono siffatto linguaggio. Esse insegnano a rinvenire la verità in virtù di certe operazioni a cui coteste linee e segni vengono sottoposti, e gli fanno conoscere il modo di render chiare le relazioni, che pria confuse ed indeterminate gli si presentavano.

Il meccanico, il fisico, l'astronomo fanno uso delle matematiche come di uno strumento di assoluta necessità, onde giungere ad uno scopo prefisso. All'arte poi di maneggiare siffatto istrumento ed all' applicazione dello stesso, essi devono rendersi talmente familiari, che l' uso da farne occupi solo la loro memoria; e però l'istrumento non esegue già l'opera, ma bensì lo spirito umano. Mi concederete che senza criterio, senza perspicacia o talento da osservatore, tutte le vostre cognizioni matematicho vi torneranno infruttuose.

Potete figurarvi un uomo, il quale dotato di una felicissima memoria siasi reso affatto padrone di tutt'i teoremi delle matematiche, e che abbia acquistato gran destrezza nel maneggiar siffatto istrumento, senza ch' egli sia perciò capace di proporre a sè medesimo un problema. Dategli il problema, ovvero le condizioni allo scioglimento del quesito, e gli riuscirà, impiegando le operazioni a lui consuete, di pervenire a darvi una risposta espressa in una formula, con dati segni, il senso dei quali gli è del tutto ignoto, perchè a giudicare della verità di essi egli manca ancora di altre condizioni. Costui è semplice calcolatore; ma subito che possegga le facoltà e l'ingegno di proporre a sè medesimo il problema e di provare le verità de'suoi calcoli, esso diventerà natu-

ralista, poichè donde, se non dalla natura e dalia vita, potrebbe derivare ii problema?

Voi lo chiamerete meccanico od astronomo, ovvero fisico-matematico, se, poggiando sull'esperienza, egli sa riconoscere il legame di certi fenomeni; se sa trovar le cagioni da cui derivano; se sa esprimere i risultamenti delle sue ricerche, non solo in una formula, linguaggio matematico, ma se puranche ha la facoltà di farne l'applicazione, ovvero se egli è capace di surrogare alla formula ii fenomeno, e provarne così la verità.

Perciò l'astronomo, il fisico, il meccanico, oltre delle matematiche, di cui si serve come di un istrumento, ha d'uopo ancora dell'arte di fare le sperienze ed interpretare i fenomeni. A ciò è necessaria la capacità di riprodurre per mezzo di un fenomeno, ovvero in una macchina o apparecchio, un raziocinio, e dimostrar vera, mercè esperimento, una serie di conclusioni.

Il fisico si propone di sciogliere una quistione, ed investigando le condizioni di un fenomeno osservato, e le cagioni de'cambiamenti dello stesso, egli perviene, ogni qual volta abbia rettamente fatta la quistione e compresi nel calcolo tutti i fattori, ad esprimere coll'aiuto di operazioni matematiche, in modo semplice la quantità sconosciuta o il giusto rapporto. Siffatta espressione, tradotta in parole, spiega il legame de'fenomeni osservati negli esperimenti da lui eseguiti. Essa è vera, se gli permette di riprodurre una certa serie di altri fenomeni che sono conseguenze di questa medesima espressione.

Di leggieri vi accorgerete come le matematiche son legate allo studio delle scienze naturali, e che oltre di esse vi ha d'uopo di un alto grado d'immaginazione e di perspicacia congiunto al dono di osservatore, onde fare delle utili scoperte nella fisica, nell'astronomia e nella meccanica. È generale errore ascrivere le scoperte alle matematiche; ma in ciò accade, come in mille altre cose, che l'effetto prendesi per la cagione. Così attribuisccsi alle macchine a vapore ciò ch'è proprietà del fuoco, ed ai carbon fossile ciò che appartiene allo spirito umano. Per fare scoperte matematiche vi è d'uopo della stessa energia e della stessa acutezza d'ingegno, nonchè delle stesse facoltà intellettuali, che fanno mestieri alla soluzione di qualsivoglia altro difficile problema. Riguardo poi alle altre scienze, esse sono dei perfezionamenti dello strumento, suscettivi d'innumerevoli utili applicazioni; giacchè le matematiche da per sè sole non sono bastevoli a dare delle sco-

perte nelle scienze naturali, limitandosi esse ad elaborare semplicemente il dato scorto dai sensi, il nuovo pensamento creato dalla mente immaginativa.

D'accanto alla fisica matematica sta la fisica sperimentale; questa è quella che scopre i fatti, li esamina e li prepara al fisico matematico. Lo scopo della fisica sperimentale consiste nell'esprimere per mezzo dei fenomeni le leggi e le verità rinvenute, nel rischiararle mediante gli esperimenti e le formule matematiche, rendendole accessibili ai sensi.

Nel rispondere alle sue proprie quistioni, la Chimica procede nello stesso modo che la fisica sperimentale. Essa insegna i mezzi necessarî alla conoscenza dei varî corpi di cui si compone la crosta solida della terra e che formano le parti integranti dell'organismo animale e vegetale.

Noi studiamo le proprietà dei corpi, e i cambiamenti che ricevono trovandosi in contatto con altri. Tutte le osservazioni riunite insieme formano un linguaggio; ogni proprietà, ogni cambiamento che scorgiamo nei corpi, è una parola di cotesto linguaggio.

I corpi nel loro modo di essere offrono taluni rapporti in quanto agli altri: essi somigliano a questi per la forma e per alcune proprietà, ovvero in ciò appunto differiscono da quelli. Siffatte differenze sono altrettanto varie, quanto lo sono le parole della lingua più ricca, nel loro significato e nel rapporto che hanno coi nostri sensi.

Il nome di ciascuno di questi corpi ha pel chimico un suo proprio significato. Le parole, *solfo*, *iodo*, *ferro*, destano in lui non solamente taluni segni di somiglianza o di differenza nella loro configurazione, nel colore, nella solidità, ec., ma bensì una serie di proprietà le quali si manifestano solamente allorchè uno di questi corpi mettesi al contatto di altri.

I corpi, non altrimenti che gli uomini, posseggono talune proprietà *esterne* e moltissime proprietà *nascoste*. Dalla fattezza materiale esterna noi conosciamo gl'individui, li distinguiamo gli uni dagli altri; ma col solo aiuto dei sensi, ovvero dai soli segni materiali, nessuno potrà nè indovinare, nè conoscere le proprietà nascoste di un individuo, se egli cioè sia placido o impetuoso, se sia generoso o avaro; giacchè siffatte qualità rendonsi manifeste allora soltanto che l'individuo trovasi in commercio con altri. Così p. e. il nome *aria*, aria atmosferica, racchiude in sè per il chimico la idea di talune qualità; giammai l'occhio di un mortale ha veduto una singola particella aerea; poichè l'azione del vedere

presuppone certi effetti sull'occhio, che le particelle dell'aria non sono atte a produrre. Esse però sono fornite di altre proprietà che guidano il chimico alla loro cognizione, ed in virtù di queste altre proprietà egli non solamente riconosce la esistenza di particelle aeree laddove nessun altro uomo la scorgerebbe, ma prova ancora che siffatta materia, del tutto inaccessibile ad ogni senso dell'uomo, sia composta da materie distinte e del pari insensibili. Per la esatta conoscenza delle proprietà che loro sono particolari, il chimico riesce a dividerle le une dalle altre, a pesarle ed a renderne ad ogni altro occhio manifesta la esistenza. Egli vi mostra, come quella specie di aria che nei fanali delle nostre strade si abbrucia sia composta di cinque o sei altre differenti specie di aria. In una di quelle parti che costituiscono l'atmosfera, in quella cioè che serve al processo della respirazione, egli vi fa vedere una delle più importanti condizioni della vita animale; ed in uno dei prodotti del processo stesso, egli vi mostra la condizione assoluta della vita delle piante. Egli v'insegna la intima connessione del mondo materiale visibile con il mondo materiale non visibile, della esistenza del quale ultimo i nostri antenati non ebbero il benchè minimo presentimento. Tutto ciò il chimico si trova in grado di poter fare, perchè col mezzo dei fenomeni visibili e soggetti ai sensi, egli ha imparato a conoscere le proprietà dei corpi, quelle proprietà cioè, che essi manifestano solo quando trovansi in presenza di altri corpi, od in contatto con essi. Egli ve lo spiega e ve lo rende chiaro, più chiaro del suono che parte da una corda armonica che avete toccata; e voi lo intenderete con la facilità medesima con cui comprendete quelle linee nere e quelle lettere, con le quali un vostro amico, lontano che sia, vi fa arrivare sott'occhio i suoi non visibili pensieri.

I corpi son vari per qualità: ciò che le loro proprietà ci manifestano varia secondo ch'essi trovansi ordinati; e del pari che ogni altra lingua, abbiamo, nella proprietà del linguaggio con cui i corpi parlano a noi, degli articoli, dei casi e tutte le inflessioni dei sostantivi e dei verbi, nonchè una quantità di sinonimi. Spesso le medesime quantità degli stessi elementi producono, secondo la loro disposizione, un veleno, un farmaco, un alimento, un corpo volatile, ovvero un corpo resistente al fuoco.

Noi conosciamo il valore delle loro proprietà, ossia il significato delle parole con cui la natura ci parla, e facciamo anche uso dell'alfabeto per leggerle.

Una sorgente di acqua minerale nella Savoia sana i gozzi; io le dirigo certe dimande, e composte tutte le lettere essa mi risponde che contiene *iodo*.

Un uomo, dopo mangiato un certo cibo, è morto con tutti i segni dell'avvelenamento; la lingua de' fenomeni familiare al chimico gli dice che quell'uomo morì avvelenato o di arsenico o di sublimato.

Il chimico interroga un minerale intorno alla sua composizione; esso gli risponde contenere in ordine determinato *solfo, ferro, cromo, silice, allumina,* o qualunque altra parola della lingua chimica con cui segniamo i fenomeni. Tal è appunto l'*analisi chimica*.

Il linguaggio dei fenomeni conduce il chimico a talune combinazioni, dalle quali derivano innumerevoli utilità pratiche; da esse proviene l'immegliamento nelle fabbriche e nelle industrie, nella preparazione dei medicinali e nella metallurgia. Esso ha deciferato l'oltremare; trattasi ora di riprodurre la parola per mezzo di un fenomeno, ossia di ricomporre l'oltremare in tutte le sue proprietà.

La conoscenza della composizione dei corpi fornisce al chimico i mezzi per risolvere quistioni che pochi anni sono erano stimate insolubili affatto.

Un campo, sul quale per una seguela di anni coltiviamo sempre una stessa pianta, rendesi sterile per essa dopo il terzo; un altro campo potrà arrivare alla medesima sterilità, dopo il settimo, dopo il decimo, dopo il centesimo. Un campo porta del frumento e non produce fave, un altro dell'orzo e non tabacco, un terzo fornisce ubertose raccolte di rape, ma non fa allignare il trifoglio!

L'analisi chimica della composizione del suolo e quella della cenere della pianta vi farà conoscere la cagione, perchè coltivandovi una medesima pianta, senza che il suolo riceva concime, il campo perde a poco a poco la sua fertilità per quella pianta; come pure il perchè una pianta vi alligna mentre un'altra vi perisce. La chimica v'insegna la cagione dell'effetto del concime, e vi fa conoscere i mezzi in virtù dei quali la fertilità vien ridonata al campo. Hassi in tal caso la *Chimica applicata*.

L'attuale problema che la fisiologia propone alla chimica è di rispondere alla dimanda: quali sono le proporzioni con cui la forma organica sorge dalle parti che la costituiscono? E per essa

si vuol sapere: quali sono le metamorfosi, a cui i cibi vanno soggetti nel diventar sangue, e quali sono quelle a cui le particelle costituenti il sangue van soggette rimutandosi in parti degli organi.

Il grado in cui un cibo rendesi atto alla nutrizione, l'effetto di un farmaco, quello di un veleno, tutte queste proprietà sono rannodate a qualche cosa di materiale, a certi elementi che sono gli efficienti di siffatte manifestazioni di effetti. Le proprietà vitali di un organo, quelle di qualsiasi fluido animale dipendono dal loro mescuglio, vale a dire, dal modo in che le parti lo compongono (1). Da ogni causa di malattia per conseguenza vi si induce un cangiamento, un'alterazione delle parti medesime. Lo scopo delle medicine non è altro se non quello del riordinamento della primitiva composizione delle parti; l'effetto poi dipende dal modo come i medicamenti trovansi composti. Uno dei più difficili problemi che la chimica si sia proposto è quello al certo, di rinvenire in quanto ed in qual modo le proprietà medicinali e velenose di una data materia dipendano dalla natura e dalla proporzione reciproca degli elementi di cui costano; ovvero in qual modo l'effetto trovasi in rapporto colle parti elementari di essa. Dopo le più recenti scoperte, l'organismo offre ancora all'osservatore molte cose che sono rimaste non comprese, ma non gli offre più cose che sieno incomprensibili.

Difficilmente insino al tempo attuale i mestieri, le industrie, la fisiologia, dimandarono invano alla chimica scientifica le sue dilucidazioni. Ogni dimanda fatta con esattezza e precisione è stata finora sciolta; soltanto, allorchè chi dimandava non era egli medesimo ben certo dell'oggetto di cui chiedeva la spiegazione, rimase senza risposta.

L'ultimo e più difficile problema della chimica è la conoscenza delle cagioni dei fenomeni e dei loro cangiamenti, nonchè dei fattori comuni ai fenomeni di natura diversa. Il chimico rinviene le leggi a cui obbediscono i fenomeni della natura, e riunendo tutto ciò che si manifesta ai sensi e che ha conosciuto, egli

(1) Con molta soddisfazione noi troviamo, in questa ultima edizione, stabilito dal celebre autore di queste Lettere chimiche il principio scientifico accennato di sopra e che non si legge nelle precedenti: e ci gode l'animo di rilevare, ch'esso si trova perfettamente identico con quello che da uno di noi è stato consacrato e pubblicato in una nota apposta ad un articolo inserito nel fasc. 3°, Anno 2° del Morgagni, e che porta per titolo: *Diagnosi, cura e guarigione di ulcera allo stomaco.* — *Trad.*

riesce ad una espressione intellettuale dei fenomeni, ossia a formarne una *teorica*.

Ma a fine di poter leggere nel libro scritto con caratteri ignoti, a poterlo intendere e chiaramente convincerci della verità di una teoria, come pure a rendere soggetti alla nostra volontà i fenomeni su cui quella poggia, e le forze dalle quali essi son prodotti, è necessario che ne imparassimo prima l'alfabeto; e del pari, a renderci familiare l'uso di cotesti segni, e ad acquistare esercizio e destrezza nel maneggiarli, dobbiamo imparare altresì a conoscere le regole che sono il fondamento delle combinazioni.

Nel modo stesso che la meccanica sublime e la fisica richiedono gran destrezza nell'analisi matematica, il chimico qual naturalista deve aver acquistato un'intima familiarità coll'analisi chimica. Egli esprime tutti i suoi risultamenti e le sue deduzioni mercè degli esperimenti, ossia mercè dei fenomeni.

Ogni esperimento è un concetto reso accessibile ai sensi in virtù di un fenomeno. Le dimostrazioni delle nostre idee e delle deduzioni che ne derivano, come altresì le loro confutazioni, sono degli sperimenti; essi sono le interpretazioni de' fenomeni fatti sorgere a nostro arbitrio.

Un tempo la chimica, del pari che l'astronomia, la fisica e le matematiche, altro non era che un'arte sperimentale poggiata su i dati dell'esperienza e ridotta a certe regole; ma dappoichè sappiamo le cagioni e le leggi su cui fondansi coteste regole, l'arte dello sperimentare ha perduto interamente il suo valore.

Il penoso apprendimento da acquistarsi a spesa del tempo, di tante pratiche e metodi, nonchè delle cautele da prendersi onde ottenere le produzioni chimiche nelle industrie e nella farmacia; gli attributi singolari del chimico dei tempi passati, i suoi fornelli e recipienti, si sono rimutati in altrettante curiosità; tutto ciò non s'impara più, ma si spiega da per sè stesso, dopo che ci siamo fatti accorti delle cagioni che le resero necessarie. La felice riuscita di uno sperimento o di una operazione, dipende assai meno dall'abilità meccanica, che dalle cognizioni; come la non buona riuscita dipende dalla mancanza di ricognizione: il fare poi delle scoverte è poggiato sulla destrezza nel combinare e sulla potenza creativa dell'ingegno.

Nelle lezioni preliminari studiamo l'alfabeto, e nei lavoratori l' uso di siffatti segni; colà lo scolare si familiarizza colla lettura dell'idioma dei fenomeni, v'impara le regole delle combinazioni,

acquista destrezza, e trova occasione di mettere tutto in pratica.

Tosto che siffatte lettere o segni si sono arrivati ad esprimere in una lingua intellettuale, non perdesi nè cancellasi più il loro significato. Con la loro cognizione il chimico si trova istruito in guisa da poter perlustrare paesi incogniti, da poter arricchire le sue idee, e fare delle scoperte in qualsivoglia regione dove questi segni han valore, ed è quella lingua che gli porge i mezzi ad intendere le costumanze e le abitudini, nonchè i bisogni dominanti in cotesti paesi. E per fermo senza la conoscenza di siffatta lingua potrà passare la frontiera dei paesi stessi, ma si esporrà però a numerosi equivoci od errori: egli dimanderà del pane e gli sarà offerta una pietra.

La *medicina*, la *fisiologia*, la *geologia*, la *fisica sperimentale*, sono queste nazioni sconosciute di cui egli vuole studiare le leggi, le istituzioni e le forme del governo. Senza la conoscenza della linguà dei fenomeni, senza l'arte d'interpretarli non gli rimane altro a scoprire che le sole forme e qualità esterne.

Il movimento più significante e più possente nella fisiologia moderna è diretto a rimuovere le imperfezioni esistenti ed a costruire dei ponti per il passaggio della chimica in quei confini. La conoscenza delle forme esterne non appaga più i fisiologi dei nostri giorni; essi sono convinti della importanza e dell' assoluta necessità delle cognizioni più profonde, più intime che offre loro la Chimica: ma potrassi effettuare ciò, o vi si potrà pensare soltanto, senza la conoscenza della nostra lingua?

Se altri meno istruiti fisiologi rimproverano alla Chimica che tutti i nostri risultamenti tornino infruttuosi ed incapaci di veruna utile applicazione per essi, si può esser certi che non capiscono nè il suo valore, nè il suo significato; per essi sarebbe altrettanto impossibile leggere un libro scritto in lingua italiana, ma con lettere ebraiche, se fossero ignari di queste lettere.

Non vi accorgete voi, come da molti medici la stessa fisiologia, ch' è il fondamento scientifico della medicina, sia tenuta in altrettanto cattivo concetto che la chimica? come la medicina le faccia i medesimi rimproveri e con eguale ingiustizia?

Ed in verità sonovi dei medici, e tra essi degli autori, i quali negano che sia possibile di fondare una scienza della pratica dietetica-medica che sia poggiata su delle nozioni esatte; e sopra cosiffatta supposizione si credono nel dritto di spiegare a modo loro che cosa sia *la vita*. Essi si danno tutta la pena per indurci ad

abbracciare le idee, comechè monche, che si hanno fatte dietro la osservazione di taluni fenomeni fisiologici, patologici, e terapeutici, dei quali quantunque la intima connessione rimanesse loro tuttavia ignota, pure essi vorrebbero sforzarci ad accettarle come leggi della natura, come leggi dello stato sia normale sia anormale. Essi sono di avviso che non lo studio della natura, ma bensì quello dei loro libri, abbia valore per la pratica medica. Nelle parole, *forza vitale* e *potenze vitali*, essi creansi cose maravigliose, in virtù delle quali spiegano tutti i fenomeni che non intendono. Con espressioni prive di senso, ed affatto incomprensibili ed indeterminate, si sforzano a rendere chiaro quello che ad essi stessi rimane oscuro. In ogni malattia, così essi dicono, un potere *sui generis*, ed inimico delle forze fisiologiche, manifesta la sua azione! E siccome una esatta conoscenza dei processi fisiologici nello stato di sanità, nello stato morboso, ed in quello della guarigione, non è mai da potersi sperare; così la dietetica e la terapia poggiansi in preferenza sulla cognizione di ciò che in casi simili abbia giovato o abbia nociuto; onde le scienze naturali di unita alla fisiologia, alla chimica ed all'anatomia, ad altro propriamente non servono, se non ad aumentare le manifestazioni delle somiglianze e delle dissomiglianze! Secondo essi, queste scienze meritano qualche considerazione, sol perchè servono ai sistemi che si hanno creati, e sol perchè concorrono a raffermare le loro idee sulle somiglianze dei fenomeni che presentano le malattie, e sugli effetti nocivi o salutari, che sono prodotti dalle medicine. Rinunziando *a priori* alla sorgente di ogni sapere, allo studio esatto cioè della natura, essi credonsi profeti della luce, ed al loro spirito divinizzantesi pare che anche la più lieve contraddizione sia un segno di ateismo.

Chi non conosce l'attuale stato delle scienze naturali, sedotto da sentenze di tal fatta, potrebbe facilmente cedere alla idea, che le scienze naturali, la fisiologia e la chimica, da secoli fossero state di già sviluppate, e si fossero trovate di aver raggiunto il loro culmine; che le potenze della natura sieno state rintracciate; che le leggi ne siano state rifermate; che ogni tentativo di acquistare una esatta idea dei processi della vita sia rimasto infruttuoso, e che la via che si è seguita, onde pervenire a siffatta conoscenza, sia stata sempre la più diritta per arrivarvi. Se questo fosse il vero, ogni uomo dotato di qualche intelligenza facilmente pronunzierebbe il giudizio, che delle nozioni di tal fatta non siano mai

più da sperarsi; e ciò senza che questo difetto di speranza includesse un *impossibile*. Ma le ricerche fisiologiche e chimiche, nel dominio dell'arte medica e della dietetica, trovansi tuttavia nello stato d'infanzia; eppure appena nate, esse hanno fatto più certo il nostro pieno convincimento, che entrambe sieno poggiate sopra un fondamento scientifico il quale riposa sulla rigorosa ed esatta estimazione delle verità fisiologiche; e che i processi che hanno luogo nel corpo vivo dipendano dalle leggi di natura. Ogni giorno ci apporta delle scoperte, e queste fanno pruova che quelle siano indagabili. Vero è che da migliaia di anni vi sono stati dei medici esimî i quali nulla sapevano di anatomia; che da molti secoli con successo sonosi curate infermità, senza che la natura o la essenza di esse fossero conosciute; non altrimenti che, come al giorno di oggi, non si sa che cosa sieno *febbre* o *infiammazione;* ma negare che una esatta cognizione de' processi anzidetti sia possibile, sarebbe al presente cosa del tutto priva di fondamento.

Il medico, che ha imparata la medicina non quale scienza ma come semplice arte sperimentale, non riconosce principio alcuno, e tiensi soltanto a talune regole, che gli suggerisce l'esperienza di ciò che in questi casi, o in quelli, produsse buoni o cattivi effetti. Del *perchè*, ossia delle cagioni, l'arte sperimentale non ne fa alcuna inchiesta.

Ma quanto si giudicherebbero diversamente gli stati anormali ossia morbosi dell'umano organismo, se quelli normali ci fossero noti con sufficiente certezza; se avessimo idee del tutto chiare sui processi della digestione, dell'assimilazione e delle secrezioni! Quanto sarebbe diverso il trattamento degli ammalati! Ma senza giuste idee sulla cagione e gli effetti, senza la pratica intelligenza de' fenomeni naturali, senza studî profondi nella fisiologia e nella chimica, non vi farete le maraviglie, che degli uomini per altro intelligenti difendano le idee più assurde, e che la teorica di Hahnemann potette prender piede in Germania, e trovar dei seguaci in tutti i paesi.

L'intelletto solo non garentisce dalla superstizione neanche intere nazioni; e pure il fanciullo con lo sviluppo del suo spirito e delle sue cognizioni depone il timor degli spettri.

Possiamo mai aspettare che uomini di tal fatta traggano vantaggio, minimo che fosse, dalle scoperte della chimica e della fisiologia? Possiamo stimar capaci di farne anche la più superficiale applicazione coloro i quali non comprendono con mente fi-

losofica a che tendono le ricerche naturali, e che non hanno imparato ad interpretare la lingua dei fenomeni?

Costoro e i lor consorti di spirito son dispiaciuti che la verità sia così semplice, benchè non ostante tutte le premure che si danno non riesca loro di utilizzarla praticamente; ed è perciò che essi ci somministrano le più strane idee, e cercano nella parola *forza vitale* una cosa maravigliosa con cui spiegare tutt'i fenomeni che non intendono. Per mezzo di questa espressione affatto incomprensibile ed indeterminata essi spiegano tutto ciò che non è intelligibile.

Per venire alla conoscenza della forza vitale ed intendere gli effetti suoi, i medici debbono seguire esattamente la stessa via che la fisica e la chimica hanno con tanto successo calcata.

Al certo non vi era altro stato della materia più occulto all'occhio del corpo ed allo spirito, nè più astruso di quello che noi chiamiamo *elettrico*.

Trascorsero più di dieci secoli dacchè si studiava la fisica, senza che la mente umana avesse avuto neanche il menomo presentimento di quella forza prodigiosa della natura che prende parte in tutti i cambiamenti della natura organica, nonchè in tutti i processi della vita vegetale ed animale.

Dietro innumerevoli e penose ricerche, non ispaventato dagli ostacoli senza fine, il naturalista acquistò la sua conoscenza più intima e la ridusse a se soggetta: ora gli è noto che questa forza del pari che il calorico, la luce ed il magnetismo son figliuoli di una stessa madre: per mezzo suo il naturalista rese obbedienti anche queste altre di lei sorelle, che sieguono il suo comando; col suo aiuto egli con la velocità del lampo fa pervenire i suoi pensieri alle più lontani regioni; prescrive la strada al fulmine e ricava i metalli nobili dai loro minerali più scarsi; per essa riuscì a rinvenire finalmente la vera natura delle parti componenti il globo terrestre, e coll'aiuto di essa egli muove i bastimenti e moltiplica ancora gli oggetti dell'arte.

Una forza non rendesi visibile, non la possiamo tenere con le nostre mani; se vogliamo conoscere la natura e le proprietà sue, siamo obbligati a studiarne le manifestazioni ed investigarne gli effetti. Ma a ciò non basta la sola osservazione, poichè l'errore si trova sempre nella superficie, la verità devesi ricercare più nel profondo. Se un fenomeno, se un fatto qualunque da noi non vien ben compreso, o ad altri fatti viene malamente rannodato, o spie-

gato falsamente, chiamasi questo un errore. Noi ci mettiamo al sicuro dall'errore, sottoponendo la nostra idea ovvero la nostra spiegazione del fenomeno osservato alla pruova onde dimostrarne la verità. Le condizioni, con le quali i fenomeni si manifestano, debbonsi rinvenire; conosciute che sieno è opportuna cosa il variarle, e l'effetto di siffatto mutamento deve formare l'oggetto di nuove osservazioni. In questo modo la prima osservazione viene rettificata e chiara, nè alla mente ed alla fantasia devesi permettere di prendervi parte alcuna. Il vero naturalista fa le sue spiegazioni e comenti mercè dei fatti e dei fenomeni; il suo problema consiste ad investigarli ed a rinvenirli, onde far parlare l'oggetto stesso. Nessun singolo fenomeno spiegasi da sè stesso, ma è bensì la connession sua con altri che, ben osservata ed ordinata, ci guida alla sua intelligenza. Noi non dobbiamo mai perdere di vista che ogni fenomeno ha la sua ragione, e che non vi ha effetto senza causa.

L'opinione che la forza generatrice della natura abbia il potere di produrre, senza semi, dalle diverse specie di rocce disfatte e dalle materie vegetabili in putrefazione, le piante più varie ed anche degli animali (l'*horror vacui*, lo *spiritus rector*); la supposizione che nel corpo dell'animale vivente producasi il ferro ed il fosforo, sono le conseguenze dirette della mancanza di ricerche; esse sono la scaturigine della ignoranza, della pigrizia e della incapacità di ritrovare l'origine e le cagioni delle cose. Un ritrovato solo, ovvero mille che non sieno tra loro in relazione, non hanno forza dimostrativa. Non abbiamo alcun dritto d'inventare le cagioni mercè la nostra immaginazione allorchè non riusciamo a rinvenirle per via delle indagini; e se vediamo che gl'Infusori nascono dalle uova, ci rimane soltanto a sapere il modo come queste si propagano.

Dall'istante che ci facciamo guidare dall'immaginazione, accordandole il dritto di sciogliere le quistioni che restano, cessa ogni ricerca. La verità rimane ignota; questo sarebbe il minore del mali; ma il pessimo è allora quando la fantasia in vece di quella sostituisce un mostro ostinato, maligno ed invidioso, l'errore, il quale contrastando alla verità, qualora alla fine questa cerca di aprirsi la via, la combatte e tenta distruggerla. In tutt'i tempi la vecchia bugia stava alla porta quando la giovane verità dimandava l'ingresso: così accadde al tempo di GALILEO e succede tuttora dappertutto in tutte le scienze in cui fac-

ciamo valere le opinioni in luogo delle dimostrazioni. Se, riconoscendo la nostra imperfezione, confessiamo che coi nostri mezzi attuali non ci troviamo al caso di sciogliere la quistione, nè di spiegare il fenomeno, rimane essa qual problema su cui mille altri dopo di noi con zelo e coraggio proveranno le loro forze. Avverrà che presto o tardi sarà sciolto.

Con la spiegazione appagasi lo spirito; l'errore tenuto per verità induce a riposo l'attività di quello, non altrimenti che ve lo induce la verità.

La fantasia crea in cento mila casi altrettanti errori, e niente è più pernicioso ai progressi della scienza, niente è di maggior ostacolo alla scienza che un errore inveterato, poichè riesce cosa difficilissima il confutare una falsa teorica, appunto perchè poggia sulla persuasione che il falso sia vero.

Certamente non conveniva alla investigazione ragionata della natura spiegare nell'organismo il processo di formazione, quello della nutrizione, nonchè quello della secrezione, pria che fossero stati conosciuti gli alimenti e le sorgenti da cui questi derivano; pria che l'*albume*, la *caseina*, il *sangue*, la *bile*, la *sostanza cerebrale*, ec. fossero stati sottoposti ad esami che meritano la nostra fiducia. Altrimenti son questi soltanto dei nomi, di cui tutto al più sono conosciute le lettere. Pria che le proprietà e le loro relazioni, pria che le metamorfosi a cui van soggetti in contatto con altri corpi fossero note, in una parola, pria che fossero stati obbligati a parlare, potevasi mai aspettare ch'essi ci avessero detto qualche cosa?

La cagione dei fenomeni vitali è una forza che non opera a distanze misurabili; l'attività sua manifestasi soltanto nel contatto immediato degli alimenti o del sangue coll'organo atto al loro ricevimento, o alla loro modificazione. In un modo affatto simile addimostrasi la forza chimica, e non esistono in natura altre cagioni che producano movimento o cambiamento; non vi sono altre forze che stieno in rapporti più intimi di quelli in che si trovano la forza chimica e la vitale. Sappiamo che vi ha reazione chimica ogni qual volta corpi eterogenei trovinsi tra loro in contatto; supporre che una delle più potenti forze della natura non prenda parte nei processi dell'organismo vivente, comechè vi concorrano tutte le condizioni sotto le quali essa dimostrasi attiva, sarebbe contrario a tutte le leggi delle scienze naturali. Ma lungi dall'aver delle pruove sull'opinione che la forza chimica si sottomette al-

3

la forza vitale a segno che gli effetti di quella sfuggano alle nostre osservazioni, vediamo p. e. nel processo della respirazione la forza chimica dell'ossigeno in ogni minuto secondo di tempo nel suo pieno vigore; così *l'urea*, *l'allantoina*, *l'acido delle formiche e degli scarafaggi idrofili*, *l'acido ossalico*, *l'olio volatile delle radici di valeriana*, quello dei *fiori della spiraea ulmaria*, *l'olio volatile della Gaultheria procumbens* son prodotti del processo vitale; ma è d'uopo chiedere: son essi ancora prodotti della forza vitale?

Noi siamo nel caso di produrre mercè la forza chimica tutte queste combinazioni; dagli escrementi de' serpenti e degli uccelli la chimica produce la sostanza cristallina del fluido allantoico della vacca; dal sangue carbonizzato produce l'*urea*; dalla segatura di legno lo zucchero, l'acido formico, l'acido ossalico; dalla corteccia del salice l'olio volatile della *spiraea ulmaria*, l'olio della *gaultheria*; dalle patate l'acido oleoso-volatile della radice di valeriana.

Tali esperienze ci danno abbastanza dritto a sperare che ci riuscirà un giorno di produrre egualmente con tutte le loro proprietà, la chinina e la morfina, combinazioni da cui risulta l'albume e la fibra muscolare.

Distinguiamo gli effetti della forza chimica da quelli che appartengono alla forza vitale, e ci troveremo sulla via che ci mena alla conoscenza della natura di questa ultima. Giammai la chimica potrà riuscire a produrre una foglia, un occhio, un capello. Ma sappiamo con certezza che la formazione dell'acido prussico e dell'olio dalle mandorle amare, come pure quella dell'olio e della senapina dalla senape, nonchè quella dello zucchero dai semi germoglianti, sono risultamenti della chimica scomposizione. Noi vediamo che lo stomaco di un vitello morto, coll'aiuto di un poco di acido muriatico opera sulla carne e sul bianco d'uovo indurito per cottura nel modo stesso come uno stomaco vivo, e che entrambe le citate sostanze divengono solubili, vale a dire vengono digerite. Tutto ciò ci autorizza a conchiudere, che per via delle naturali ricerche giungeremo un tempo alla chiara cognizione delle metamorfosi che soffrono gli alimenti nell'organismo, e degli effetti de' farmachi.

Indarno, senza lo studio accurato della chimica e della fisica, la fisiologia e la medicina cercheranno i lumi necessari a sciogliere i loro più importanti problemi, i quali consistono nella ricerca delle leggi vitali onde sospendere e rimuovere lo stato anoma-

lo dell'organismo. Senza la cognizione delle forze chimiche non si potrà giammai conoscere a fondo la natura della forza vitale; il medico scientifico potrà ripromettersi aiuto dalla chimica nel solo caso in cui trovisi egli in grado di presentare al chimico le dimande in dritta regola.

L'industria ha ricavato immensi vantaggi dalle conoscenze chimiche; dall'epoca in cui la mineralogia fece tesoro della composizione dei minerali e dei rapporti delle parti da cui sono costituiti, essa è divenuta una scienza nuova. È cosa vana aspettare dei progressi nella geologia se non tengasi conto, più di quel che non si è fatto per lo passato, della natura e chimica composizione delle rocce, seguendo in ciò appunto l'esemplo della mineralogia. La chimica è il fondamento dell'agricoltura; senza la conoscenza della composizione del suolo, come senza quella degli alimenti dei vegetabili non si potrà pensare giammai a stabilirla sopra uno scientifico fondamento.

Senza la cognizione chimica l'uomo di Stato rimane straniero alla vera vita nella gran Società di cui fa parte, come pure all'organico sviluppo e perfezionamento della medesima; senza di essa il suo sguardo non potrà aguzzarsi, nè il suo spirito infiammarsi per tutto ciò che al paese ed alla Società umana sia veramente utile o nocivo. Gl'interessi materiali sommi, la produzione massima e più vantaggiosa degli alimenti necessari all'uomo ed agli animali, la conservazione della salute ed il riacquisto della stessa, sono intimamente connessi alla diffusione ed allo studio delle scienze naturali, ed in particolar modo a quello della Chimica. Senza la conoscenza delle leggi della natura e dei fenomeni di essa, lo spirito umano fatichera indarno a procurarsi una idea della grandezza e della sapienza incomprensibile del Creatore; giacchè tutto ciò che la più ricca fantasia, la più elevata coltura dello spirito potrà mai rappresentarsi, posto in confronto alla realtà, altro non apparirà che come un iridescente ma vôto globo di sapone.

I bisogni dei nostri tempi si sono di già manifestati prendendo parte attiva alla fondazione di scuole pratiche, in cui le scienze naturali occupano il primo luogo tra gli oggetti dell'insegnamento: da esse uscirà una generazione più vigorosa per intelletto e per ingegno, capace e suscettiva di tutto ciò che sia veramente grande e fruttuoso. Per esse lo Stato aumenterà i suoi mezzi, come il suo potere e la sua forza; ed allorchè l'uomo rinfrancato dal peso della propria esistenza si sentirà più scevro delle difficoltà di

ovviare e mettere da banda gli affanni di questa terra, potrà egli allora soltanto volgere il suo sentimento, assai più puro e più nobile, al sublime della natura ed all'ALTISSIMO.

LETTERA II.

Ogni qualvolta è riuscito a qualche naturalista di far più ricca la vita con le sue ricerche, la storia delle scienze naturali ci fa vedere, che tutt'i successi da esso ottenuti trovansi solo poggiati su di un metodo d'investigazione, dal quale si può dire con certezza che sia derivato tutto il prodigioso cammino che da 50 anni hanno fatto le manifatture, le industrie, la meccanica e le scienze naturali. E però le vie sono tutte percorse per arrivare alla investigazione del vero, di che noi dobbiamo essere grati a FRANCESCO BACONE ed a GALILEO; le quali vie una falsa filosofia avea scacciate per secoli dalla medicina e dalle scienze che ci apprendono a conoscere la natura, ma che oggi vanno sempre più acquistando e guadagnando terreno in vantaggio di tutta intera l'umanità. Noi adesso ci rivolgiamo in dietro alla filosofia naturale tedesca, come ad un albero morto, il quale fu già un tempo rivestito di verdi foglie e di leggiadri fiori, ma che non portò mai alcun frutto. Con molto sciupìo di spirito e di arguzia altro non si produsse se non che immagini brillanti; ma i più vivi coloriti, come GOETHE nel suo *Trattato su' colori* pretende, altro non sono che luce turbata. Noi però vogliamo e cerchiamo la luce pura, e questa è la Verità.

Da secoli gli uomini si sono occupati a spiegare i fenomeni della natura, ma le spiegazioni della scuola filosofica, da ARISTOTELE insino ai tempi nostri, non hanno niente di comune con le spiegazioni che noi diamo agli stessi fenomeni.

La cagione della caduta di un corpo, dice ARISTOTELE, è la gravità. La gravità è la insita tendenza nei corpi al movimento in giù (la tendenza di cadere). La pietra cade, perchè è pesante, cioè perchè ha la tendenza al movimento in giù, vale a dire perchè cade. L'oppio produce il sonno, perchè è un corpo dotato di una proprietà sonnifera, vale a dire, perchè ingenera sonno. Le proprietà caustiche della calcina cotta provengono da una cosa chia-

mata *causticum*. Il sapore acre degli acidi riconosce la sua origine da un contenuto dell'acido universale.

Di tutto ciò che si vedeva come effetto si metteva in vece una parola, e questa chiamavasi cagione; di poi con essa si spiegava l'effetto. Era un dato che rivestiva l'oro del suo colore, come un altro era quello che gli dava la invariabilità; si cercava di sottrarre al mercurio, onde rimutarlo in argento, quel dato che lo rende liquido. Un dato forniva i corpi della loro solidità; un altro (lo *spirito rettore*) li rendeva odorosi. Il dato *flogisto* era la cagione della combustibilità.

Si ascrivevano gl'innumerevoli effetti che si osservano ad altrettante virtualità nascoste o a dei dati, di tal che la investigazione della vera causa trovavasi limitata, poichè si sapeva di già tutto quello di che era quistione.

In vece della spiegazione si metteva una parola. In vece della verità si teneva alla cieca credenza, la quale ripeteva, senza intenderle, le opinioni accolte dall'universale, comechè non fossero provate. Egli è vero che l'intelletto e la esperienza ci costringono a credere ad un gran numero di avvenimenti che in vita nostra non abbiamo veduti e ad una moltitudine di fatti che da altri furono rinvenuti e non da noi. E per fermo noi crediamo a tutti gli avvenimenti, casi o fatti, che da persone degne di fede ci vengono affermati, tutte le volte che non sieno contrarii alle leggi della natura da noi conosciute; o almeno li crediamo, se gli effetti ne sieno stati in qualche modo osservati in qualsiasi tempo, e sia che ciò sia stato fatto da noi, sia da altre persone degne di esser tenute veridiche. Noi crediamo alla esistenza di Giulio Cesare, che non abbiamo veduto, e ciò non solamente perchè i suoi contemporanei lo videro, ma perchè la sua esistenza è contestata da avvenimenti, dei quali l'effetto nella storia dell'umanità si è fatto sentire per molti secoli. Noi però non crediamo alla esistenza degli spettri, quantunque migliaia di uomini dicessero di aver veduti degli spettri, perchè dalla teorica della luce noi sappiamo, che la stessa materia dei corpi, qualora trovasi in istato di una data sottigliezza, come p. e. l'aria atmosferica, non può essere più veduta, e perchè un essere privo di corpo non gode più la proprietà di riflettere la luce, indispensabile condizione ad essere veduto. Onde quella credenza, che riguarda gli spettri, non appartiene alla scienza, che anzi essa è la nemica più ostinata del sapere, giacchè la scienza è la morte di ogni superstizione.

I modi di definire dell'odierno naturalista di gran lunga differiscono da quelli dei tempi andati. La presente scienza naturale non attribuisce alcun valore agli arguti ritrovati dello spirito; essa riguarda come suo problema quel sapere che solo per indefesso lavoro e fatica può venire acquistato.

Il naturalista dei tempi nostri volendo spiegare uno dei fenomeni, verbi grazia, il bruciare di una candela, il crescere di una pianta, il congelarsi dell'acqua, il farsi bianco di un colore, l'irrugginirsi del ferro, non dirige a se stesso o al suo spirito il quesito, ma bensì al fenomeno ed alla natura.

L'odierno naturalista, prendendo a spiegare un fenomeno, dimanda: 1° quali sono gli antecedenti di esso: 2° che cosa gli tien dietro? Agli antecedenti egli dà il nome di cagione o condizione; a quello che siegue dà il nome di effetto.

Al crescere di una pianta precede un germe, un granello di semenza; il crescere presuppone un suolo; senza l'atmosfera, senza l'umidità, la pianta non cresce.

Suolo, *atmosfera*, non sono di per se condizioni: vi sono dei suoli calcari, suoli argillosi, suoli sabbiosi, e questi differiscono gli uni dagli altri per qualità e per chimica composizione. La parola *suolo*, come vedete, è un nome collettivo per una moltitudine di condizioni; il suolo fertile le contiene nelle proporzioni giuste pel nutrimento delle piante: nel suolo sterile mancano alcune di queste condizioni, ovvero tutte. E però a produrre l'effetto, cioè la fertilità, debbonsi ritrovare tutte unite.

Così ancora, la parola *atmosfera* comprende in se una pluralità di condizioni. Il naturalista dimanda quali sono queste condizioni; e provando e dimostrando qual sia la parte rispettiva con che i singoli elementi (quelli cioè del suolo, dell'atmosfera e dell'acqua) concorrono, ognuno per se allo svolgimento della pianta, egli spiega per quanto è possibile all'intelletto come la pianta cresce ed aumenta la propria massa.

Se il fabbro nella fucina arroventa al bianco una bacchetta di ferro e poi la tira fuori, questa scintillando copresi di una crosta nera e porosa, la quale percossa col martello salta via in forma di scaglie, e il ferro si abbrucia. Sotto condizioni simili l'olio si abbrucia nelle nostre lampade con fiamma che dà luce. Il naturalista dimanda, che cosa precede il bruciare del ferro e dell'olio? che cosa lo siegue? quali sono le condizioni e quali i risultamenti della combustione di essi? Al bruciare del ferro, come a

quello dell'olio, precede il ferro e l'olio, l'aria ed una temperatura elevata. Che cosa è il ferro? che cosa è l'olio? vi sono moltissimi oli. La parola olio è un nome collettivo per talune sostanze vegetali ed animali, le quali trovansi costituite da tre elementi differentissimi per le loro proprietà. Dell'atmosfera un solo elemento prende parte alla combustione.

Il ferro abbruciandosi cresce di peso, mentre l'aria, nella quale viene abbruciato ne diminuisce per altrettanto: l'aria nella quale s'abbrucia l'olio aumenta il proprio peso per quanto è quello dell'olio abbruciato.

Chiare risultano da ciò le conseguenze dell'abbruciarsi del ferro e dell'olio; il ferro abbruciato è ferro, che in se ha ricevuta una delle parti costituenti l'aria; l'olio abbruciato è aria, la quale si è accresciuta ricevendo le parti costituenti dell'olio. Uno sviluppo di luce e di calorico (apparizione ignea) accompagnava il passaggio della particella costituente l'aria al ferro, nonchè quello delle parti costituenti l'olio all'aria. Una parte delle più importanti della combustione trovasi con ciò spiegata. Il naturalista dimanda in oltre: donde sviluppansi il calorico e la luce? perchè il ferro non continua a bruciare, mentre l'olio nella lampada continua ad ardere? perchè il ferro brucia scintillando e l'olio con fiamma? rispondendo in modo analogo a queste dimande, egli spiega il fenomeno della combustione nelle sue singole parti.

Il naturalista dei tempi nostri spiega un fenomeno investigando le cagioni che il precedettero; e di poi o le chiama *condizioni* se son capaci ad esser percepite dai sensi, o le chiama *forze* se all'impero dei sensi non sono sottoposte.

Secondo questo metodo la cagione del catarro non è la infiammazione della mucosa del naso, poichè ciò altro non sarebbe se non la spiegazione della parola catarro. Come pure la spiegazione della febbre, nel senso proprio, non abbraccia un quadro, ovvero una descrizione dello stato febbrile, o dei suoi sintomi, ma si rapporta a sapere ciò che ha preceduto lo stato febbrile e quello che lo fa perdurare. E così parimenti nello spiegare il processo della respirazione vuolsi sapere, qual sia la parte che ha l'aria, quale quella che ha il sangue nello sviluppo del calorico animale.

Qualora le cagioni di un fenomeno non fossero conosciute o non ancora indagate, il naturalista lascia la quistione e non la risolve. Trovando il ferro nel sangue, la calce nelle ossa degli ani-

mali, senza che ne sappia la provenienza, egli non dice che sieno generati dal processo vitale. Come quando non sa dimostrare l'origine di alcuni animali microscopici, ignorando donde siano venuti, non dice che sieno nati da se stessi. E del pari trovando delle persone morte ed abbruciate in una stanza chiusa, e non sapendo rinvenire come ciò abbia potuto verificarsi, egli non dice che si siano abbruciate da se. Cosiffatto modo di pervenire alle conchiusioni ed alle spiegazioni il naturalista lo conta infra gl' inganni commessi a se, o come altrettanti abbagli della ignoranza: giacchè spiegare vuol dire render chiaro, ed a ciò fa mestieri che si abbia luce ed intelligenza, poichè dalla totale ignoranza di un fatto non può per certo ricavarsi la spiegazione del fatto stesso.

Per ispiegare un fenomeno richiedesi in primo luogo che si sieno trovate le condizioni di esso. Queste, trovate che sono, debbonsi confermare con la osservazione. L'arte consiste nell' investigare e nell'osservare; il proporre ordinatamente la quistione caratterizza lo spirito del naturalista. Pensate che sebbene sia difficile il rinvenire un oggetto che ieri, ovvero otto giorni dietro, avevate perduto, pure voi non lo trovereste certamente, se, a nient'altro ponendo mente, vorreste ritrovarlo rimuovendo i pavimenti della vostra casa, o diroccandola nel fine di frugarne i calcinacci; ma lo trovereste più facilmente, cercando di ricordarvi invece in qual luogo lo vedeste l'ultima volta, ovvero dove lo teneste tra le mani. Cercando senza riflessione forse lo trovereste; ma riflettendo prima e poi cercando potrete esser certo di ottenere il buon successo. Laonde è la riflessione la sola guida a cui dobbiamo affidarci ogni qualvolta ci proponiamo di trovare la cagione di un fenomeno: ed è la osservazione quella che segna ai nostri sensi la via.

Non vi è arte che sia così difficile quanto quella dell' osservare; vi è d'uopo di uno spirito colto e sobrio, di una benintesa esperienza, e questa si acquista solamente col lungo esercizio. L'osservatore non è colui *che vede una cosa sotto gli occhi suoi, ma è quegli bensì che sa vedere di quali parti essa è composta, ed in quale connessione queste parti stanno tra loro formando l'intero.* Vi ha di coloro che per inavvertenza veggono una metà; vi ha di coloro che non vi mostrano quello che veramente essi veggono, perchè confondono quello che essi immaginano con ciò che hanno veramente veduto: e vi ha infine di coloro che veggono le parti dell' intero, ma riuniscono per imperizia anche le cose che si debbono distinguere. Nella famosa causa di Goerlitz in Darmstadt, le don-

ne che avevano spogliato e lavato il cadavere non videro in questo nè braccia, nè testa; un altro testimone vide un braccio e la testa della grossezza di un pugno; un terzo (un medico) vide le due braccia e la testa della giusta grandezza e simile a tutti gli altri cranî di donne. Da queste deposizioni dei testimoni, voi chiaramente vi sarete fatti accorti del grado di coltura dei medesimi, e della loro capacità nelle osservazioni.

Nelle osservazioni si verifica quello che sempre avviene in un pezzo di cristallo, il quale deve essere spianato perfettamente e ripulito con la massima diligenza perchè potesse come specchio riflettere l'immagine netta e precisa.

L'osservatore di un orologio non vi vede solamente il pendolo che va e viene oscillando, non vede solo il quadrante e l'indice che si muove; questo lo potrebbe vedere un fanciullo; ma egli vede altresì anco le parti dell'orologio, il rapporto del peso attaccatovi col ruotaggio, non che quello del pendolo con l'indice che si muove.

Gli apparati dei sensi e dei nervi essendo gl'istrumenti delle operazioni mentali dell'osservatore, per mezzo dei quali vengono ricevute e comunicate le impressioni su cui egli fonda le sue conchiusioni ed i suoi argomenti, ella è cosa naturalissima che le persone le quali non hanno il sistema nervoso in perfetto stato di sanità, non sono atte in guisa alcuna a far delle osservazioni; e con ciò spiegasi chiaramente, perchè la nuova scienza dell'*Od* (1) non sia stata ricevuta da coloro che si travagliano nelle ricerche delle cose naturali. Chiunque trovasi ad avere intelletto, non potrà mai credere, che in virtù di un metodo così falso, cioè che sopra alcuni fenomeni della vista e del tatto, provocati in persone deboli di nervi ed inferme, possa fondarsi la esistenza di una nuova forza in natura.

Quando l'osservatore ha rinvenuta la cagione di un fenomeno, e trovasi in grado di rinvenirne le condizioni, egli fa il tentativo di provare, mercè lo esperimento, la esattezza di ciò che ha osservato, provocando come meglio gli pare i fenomeni. Istituire una serie di esperimenti, significa spesse volte il decomporre una idea nelle sue singole parti e provarla per mezzo di un fenomeno sensibile. Il naturalista procede a degli esperimenti onde mostrare un fenomeno in tutte le sue varie parti. Se in grazia di una serie

(1) Lettere Odo-magnetiche del Dott. Reichenbach. Lipsia 1857. *Trad.*

di fenomeni gli riesca di dimostrare che essi sono tutti l'effetto di una medesima causa, egli arriva a trovare la espressione più semplice di essi, e questa chiama una *legge della natura*. Noi parliamo di una semplice proprietà come di una legge della natura, ogni qual volta la scorgiamo valevole a spiegare uno o più fenomeni di quella.

Così l'ascendere del mercurio nel tubo di Torricelli, e l'innalzamento di un globo aerostatico, vengono da noi ricondotti alla legge, che l'aria è pesante. Ora un singolo fenomeno naturale, come l'esperienza c'insegna, non viene mai prodotto da una sola cagione, ma bensì dall'azione riunita di più leggi della natura. La sposizione dei legami di siffatte leggi della natura chiamasi *teorica* del fenomeno. La teoria del barometro comprende tre leggi naturali: la legge, che *l'aria è pesante;* la legge, che *la pressione nei fluidi si propaga in modo uniforme in tutte le direzioni;* la legge, che *la pressione esercitata in una direzione, qualora non è paralizzata da una contropressione, produce un movimento il quale dura insino a che l'equilibrio non venga ristabilito.* Su questa ultima legge, come ancora sulla legge, che *l'aria è pesante*, e su di una quarta legge, che *un corpo nuotante nell'aria*, cioè, *perde tanto del suo peso, per quanto è quello del volume del fluido che ha spostato*, riposa la teorica del globo aerostatico.

Chiamasi *Teorica*, l'esposizione di ciò che vi ha di connesso in tutte quelle leggi naturali, che concorrono a produrre un fenomeno od un processo.

In virtù della esatta conoscenza di un fatto, o di un processo, voi vi trovate nel grado di spiegare altri fatti ed altri processi. Ogni singola proprietà di un corpo, in date circostanze, è come la chiave con cui può aprirsi una porta chiusa; ma la teorica è la chiave generale con che possono aprirsi tutte le porte. Voi ora avrete certo compresa la distinzione che è a farsi della parola teorica, usata nel significato delle scienze naturali, dal valore che comunemente le vien dato. In questo ultimo caso la parola teorica spesso significa il contrario della esperienza o della pratica; come spesso significa difetto di cognizioni intorno ai fatti e alle leggi della natura, nel senso nostro *teoria* è la somma di tutti gli esperimenti; essa riposa sulla più esatta conoscenza dei fatti e delle leggi della natura, ed è il risultamento di siffatta cognizione.

Servendomi io della parola *pratica* in contrapposto della pa-

rola *teoria*, che vuol dire scienza, non voglio con quella dinotare la pratica destrezza che un individuo si abbia acquistato in un mestiere o in un'industria. Il fisico pratico insegna al meccanico minutamente le vie onde costruire con esattezza un termometro od un barometro; gl'insegna come debba dar calibro al tubo; quali debbano essere le qualità del mercurio, senza che per ciò sia nel caso di saperne egli stesso costruire alcuno; e ciò perchè egli non trovasi di aver imparato a manipolare il vetro. Con la massima precisione e certezza il chimico pratico insegna al fabbricante di acido solforico la quantità di solfo che deve abbruciarsi in una data corrente aerea che passa per il forno, onde ottenere il massimo di acido solforico, senza che sappia con vantaggio mercantile fabbricare l'acido solforico. Egli dice all'agricoltore quali sono le parti che debbono costituire il suo suolo, onde ottenerne il massimo prodotto in patate, senza che sappia quando le patate debbansi infossare nella primavera. Dalla corteccia della china il chimico pratico prepara la chinina, senza che ne sappia minimamente le dosi che in dati casi si debbono somministrare all' infermo. Egli fa conoscere al fisiologo la natura e disposizione delle particelle che compongono il sangue e le secrezioni, tanto nello stato di sanità del corpo che in quello di malattia, senza che sappia cosa alcuna dei fenomeni delle malattie e del loro rapporti col processo della vita. Questa specie di pratica, che fondasi sulla tecnica applicazione delle leggi della natura, vi somministra un termine di paragone per valutare la destrezza del manipolatore del vetro e del fabbricante di acido solforico, come vi mostra altresì la perizia dell'agricola, del medico, o del fisiologo. L'abilità però del chimico pratico non potrà esser misurata con la stessa maniera. Egli deve conoscere praticamente le leggi della natura e le vie d'indagarle, come altresì i principî della loro applicazione, e perciò gli è indispensabile lo studio degli altri rami delle scienze naturali, come ancora quello delle matematiche e delle chimiche industrie.

In primo luogo il Chimico deve occuparsi della escogitazione delle proprietà dei corpi, e delle tante e varie combinazioni di essi; qualsiasi applicazione della chimica è poggiata come risultamento sulla conoscenza di siffatte proprietà. Sulla conoscenza di quattro combinazioni chimiche, cioè, sulla alterazione che il ioduro ed il cloruro di argento soffrono sotto la influenza della luce; sulla ripristinazione della combinazione argentea in argento me-

tallico, operato dall'acido pirogallico o da altri mezzi di riduzione; sulla solubilità delle combinazioni di argento non solubili nell'acqua che quando vi ha del sal comune o dell'iposolfato di soda; nonchè sulla solubilità del cotone fulminante nell'alcool (collodio), fondasi l'arte fotografica di questi ultimi tempi. Sulla volatilità ed incombustibilità del cloroformio nel sangue poggia la sua applicazione in chirurgia.

Dei mezzi usati dalle scienze naturali onde pervenire alla ricognizione dei quesiti che la chimica si propone di risolvere e delle qualità che debbono distinguere il chimico, abbiamo già di sopra fatto parola. La utilità dello studio della chimica non ha bisogno di ulteriore comento. Il nostro scopo principale non è la utilità ma la scienza, e questa è sempre utile, giacchè ogni sorta di cognizioni accresce le nostre forze sì fisiche che morali. Noi studiamo un fenomeno senza ricercare quale sia la utilità di esso: nè ogni fenomeno è applicabile ed utile alla vita. L'arco baleno, che nella sua beltà divina fa sorgere dei sentimenti di consolazione nel petto di ogni uomo, non apporta alcun utile diretto agli uomini, ma non pertanto esso è oggetto della scienza naturale, non meno che il ricercare di un mezzo atto a rendere potabile l'acqua marina, o a preservare il butiro dal rancido.

Se nel perfezionamento della chimica voi trovate delle lacune, non dovete perdere di vista ch'essa, come tutte le altre scienze naturali, trovasi in un momento di progressivo sviluppo. Le lacune saranno appianate a poco a poco, ma per l'ampiezza che ha non si arriverà mai a farle svanire del tutto. Ciò che oggi abbiamo di vantaggio sopra i filosofi greci, si è, che noi sappiamo assai meglio di quello che il sapesse Socrate, che, cioè, in confronto a quello che saper vorremmo nulla sappiamo. Noi ascendiamo un monte ed arrivati in sulla cima, il nostro sguardo si spazia e vede innalzarsi sempre di contro a se nuovi monti, i quali in sul principio non erano visibili.

Tentiamo di dare allo sguardo nostro un orizzonte per quanto è possibile più esteso, onde più facilmente ci potessimo spaziare nelle regioni a noi sottoposte ed evitare le false vie e gli ostacoli che c'impediscono di procedere innanzi o sperperano le nostre forze. Il terreno a noi sottoposto diventerà allora proprietà nostra; su di esso potremo allora seminare e raccogliere dei frutti in beneficio nostro ed in quello della nmana famiglia.

La storia dell'uomo è lo specchio di ogni svolgimento del suo

spirito; essa ci addimostra, negli atti di lui, gli errori e le debolezze sue, le virtù, le proprietà nobili, come pure le sue imperfezioni. Le scienze naturali ci apprendono la storia dell'onnipotenza, della perfezione, della incomprensibile sapienza di un ENTE infinitamente più elevato nelle opere sue e nei suoi fatti. Nella ignoranza di questa storia non si potrà giammai far giusto conto del perfezionamento dello spirito umano; senza l'aiuto della storia l'anima immortale dell'uomo non può giungere alla coscienza della propria dignità e del posto che occupa nell'universo.

La Religione dei Greci e dei Romani, il paganesimo, fondavasi nella origine sua sur una imperfetta e falsa rappresentazione dei naturali fenomeni; il loro spirito, il di loro occhio, erano chiusi al riconoscimento delle cagioni più prossime di ciò che opera la natura; essi dirigevano le loro preghiere alle forze brute di quella. Ogni superstizione ci riporta verso il paganesimo.

Il gran pregio e la sublimità della conoscenza della natura, consiste appunto in ciò, ch'essa si coordina al vero Cristianesimo. La divinità di origine della cristiana dottrina sta in questo, che non siamo noi giunti al possedimento delle verità sue ed alla esatta ricognizione di un ENTE supremo sopra tutti i mondi per la umana via dell'empiriche ricerche, ma che la dobbiamo invece ad una superiore Rivelazione.

Lo spazio in cui muovonsi i sistemi dell'universo non ha limite alcuno; che cosa vi sarebbe per avventura al di là della linea che ne segna i confini? Il numero dei mondi è infinitamente grande; non esprimibile per mezzo di cifre; la luce percorre in un minuto secondo 160,000 miglia; un anno abbraccia migliaia di secondi; eppure vi sono delle stelle fisse la cui luce per giungere all'occhio nostro avrebbe d'uopo di bilioni di anni. Noi conosciamo animali con denti, con organi del moto e della digestione, i quali non sono più visibili all'occhio nudo; vi ha altri animali misurabili, che sono migliaia di volte minori e posseggono gli apparati stessi. In un modo analogo a quelli che sono più grandi ed ai grandissimi, essi cibansi e propagansi mercè delle uova, le quali poi debbono di necessità essere centinaia di volte minori del loro corpo. Il non aver conoscenza di creature bilioni di volte più piccole di quelle, dipende soltanto dalla imperfezione dei nostri strumenti ottici.

Quali gradazioni e varietà non presentano le parti costituenti il nostro globo, tanto per il loro stato che per le loro proprietà!

Vi ha dei corpi, i quali sono venti volte più gravi dell'acqua in uno spazio eguale; altri poi sono dieci mila volte più leggieri, e di questi le minime particelle non sono più percettibili col soccorso neanche del miglior microscopio; nella luce, finalmente, in quel maraviglioso messaggiero, che in ogni dì ci apporta contezza della esistenza d'innumerevoli mondi, riconosciamo noi l'azione di un essere fuori della nostra terrestre sfera, che non siegue più le leggi della gravità e ciò non pertanto rendesi notabile ai nostri sensi per innumerevoli effetti; e questa luce stessa del sole, che al suo arrivo sulla terra inspira vita e movimento alla natura inanimata, vien da noi divisa in raggi, i quali cessando di esser lucidi producono i più forti mutamenti e scomposizioni della natura organica; noi la scomponiamo in una quantità di raggi calorifici (1), i quali tra loro manifestano altrettante diversità, quanti i colori.

In veruu luogo però noi scorgiamo nè principio nè fine.

La mente umana non vede in natura limite veruno, nè al di sopra, nè al disotto di se; ed in siffatta infinità di forze, appena concepibile per la loro incommensurabilità, nessuna goccia di acqua cade a terra, nessun polviscolo cangia di luogo, senza essere a ciò forzato.

In niun luogo fuori di sè l'uomo osserva una volontà pervenuta alla propria coscienza; tutto egli mira nei vincoli delle incommutabili e ferme leggi della natura, solo in sè medesimo egli riconosce un certo dato superiore a tutti questi effetti, una volontà la quale padroneggia tutte le leggi della natura, uno spirito che nelle sue manifestazioni non dipende in guis'alcuna da coteste forze naturali, e nel suo compiuto perfezionamento impone leggi solo a se medesimo.

La semplice conoscenza empirica della natura c'induce con forza irrepugnabile alla persuasione che quell'indeterminato principio, non è il limite oltre del quale niente esiste di simile ad esso e di più perfetto; le sole gradazioni più o meno inferiori del medesimo sono accessibili al nostro accorgimento, ed al pari di ogni altra verità nella induttiva ricerca della natura fondasi sopra questo la esistenza di un Ente superiore, di un Ente infinitamente elevato, alla visione ed al riconoscimento del quale non bastano più i sensi, e che noi abbracciamo nella sua grandezza e sublimità perfezionando solo le facoltà del nostro spirito.

(1) Ved. La Termocrosi del Cav. Melloni. *Trad.*

La cognizione della natura è la via, che ci mena al perfezionamento spirituale; ed essa stessa ce ne somministra i mezzi.

La storia della filosofia c'insegna che gli uomini più savii, i sommi pensatori dell'antichità e di tutti i tempi, abbiano reputato lo studio dei fenomeni della natura e la cognizione delle leggi di essa, qual mezzo assolutamente indispensabile onde giungere alla coltura dello spirito. La fisica faceva parte della filosofia. Con la scienza l'uomo rende soggette a se le forze della natura; nell'empirismo è l'uomo che ad esse si sottopone: l'empirico come non conscio di sè stesso, nel mettersi al pari di un essere subordinato, applica solo una piccola parte delle sue forze a prò della società umana. Gli effetti regolano la sua volontà, mentre che mercè la penetrazione entro i più intimi legami di essi egli potrebbe dominarli.

Non troverassi questa introduzione inopportuna, anzi è ben collocata nel proprio luogo, allorchè sarà in una delle seguenti lettere da me tentata la spiegazione di una delle più maravigliose leggi della natura, che pure è quella su cui sono poggiati i fondamenti della chimica moderna.

Se per colui che coltiva l'anatomia comparata, un pezzetto di osso, un dente, diviene un libro mediante il quale ci racconta la storia di una creatura del passato mondo, descrivendone la grandezza e la forma, il mezzo in cui viveva quella e respirava, l'alimento suo vegetabile o animale, mostrandocene gli organi locomotori, potrebbe tutto ciò di leggieri stimarsi giuoco di sregolata fantasia, se quel pezzettino di osso, se quel dente, riconoscessero la loro forma e costituzione dal capriccio; tutto ciò è possibile all'anatomista, giacchè ogni singola parte deve la forma sua a leggi determinate, onde conosciuta che sia la forma della parte si ha dalla legge la norma di ricostruire il tutto. Non meno maraviglioso potrà sembrare a molti come, dal conosciuto rapporto del peso con cui un dato corpo combinasi con un altro, il chimico ricavi e stabilisca i rapporti analoghi con cui il primo combinasi con tutti gli altri innumerevoli corpi. La scoperta di leggi siffatte, a cui sottopongonsi tutti i casi che abbracciano numeri e misure, tanto nel mondo organico, quanto nel minerale, e che regolano e padroneggiano tutti i chimici processi, è riputata generalmente la più importante, e per le sue conseguenze la più doviziosa conquista che abbia fatto il secolo presente.

LETTERA III.

Fa mestieri, a chi voglia farsi ragione di una completa cognizione della chimica presente, di rivolgere uno sguardo al corso dei secoli passati. La storia di una scienza è pure una pagina della storia dei progressi dello spirito umano. Niente vi ha di più maraviglioso e di più proficuo alla istruzione di quello che lo siano l'origine ed i progressi della chimica, non che la loro storia. È un errore da casuali circostanze ingenerato il credere che sia la chimica una scienza surta di fresco, laddove essa è storicamente tra le più antiche.

Quello stesso spirito che in sullo scorcio del passato secolo invase di se un popolo eminentemente civile, che gli fece abbattere i più belli monumenti della sua gloria, edificare altari alla dea della ragione ed introdurre un nuovo calendario, quello spirito stesso dette origine ad una festa delle più strane; in essa fu vista la Signora Lavoisier in abito di sacerdotessa gettare nelle fiamme, che eran poste sopra un altare, il sistema flogistico, e ciò nel punto che la musica intuonava un requiem solenne. I chimici francesi si unirono allora, nel fine di rimutare tutte le tecniche parole, tutti i nomi con che si erano fino a quei tempi significati i processi e le chimiche combinazioni. Una nuova nomenclatura fu introdotta, la quale, unificata a quel nuovo sistema, venne ben presto ricevuta da' sapienti di tutt'i paesi.

E così trovasi spiegato quell'abisso che sembra intercedere tra la chimica presente e lo stato anteriore di questa scienza.

L'origine di qualsiasi importante scoverta, in qualunque degli altri paesi di Europa fosse ella fatta, come altresì ogni singola e particolare investigazione, eseguita innanzi al tempo di Lavoisier, furono del tutto cancellate. E però molti non veggono nelle presenti conoscenze nostre che quella eredità esclusivamente legataci dalla scuola francese di allora: essi opinano che la storia della scienza chimica non vada più oltre. Ma è proprio quì che sta l'errore. Come nella storia dei popoli ogni avvenimento è sempre la conseguenza di quelle circostanze e di quei fatti che lo hanno preceduto, così parimenti ogni progresso delle fisiche e naturali di-

scipline si lega al passato. In quella guisa che nella natura animata o inanimata tutt'i fenomeni suppongono sempre talune condizioni che li provocano, nella stessa guisa il progresso delle scienze naturali vien determinato dall'acquisto anteriore di certe verità, le quali sono le espressioni di certi fatti, ovvero del modo con cui essi dipendono correlativamente gli uni dagli altri. Un nuovo sistema, come una nuova teorica, son sempre l'effetto di osservazioni più o meno ampie e del tutto opposte alle dottrine in voga. Ai tempi di Lavoisier si avea notizia di tutt'i corpi, di tutti i fenomeni dei quali egli si è occupato. Niente Lavoisier ha scoverto di nuovo, cioè nessun corpo, nessun fenomeno, nessuna proprietà; tutti quei veri che egli ha stabiliti e provati non erano se non la conseguenza delle opere anteriori alle sue. Il merito immortale di quest'uomo è di aver dato al corpo della scienza chimica un senso nuovo, giacchè tutte le membra esistevano prima di lui, e debitamente congiunte tra loro si trovavano.

La chimica abbraccia in se gli effetti di alcune forze, le quali sono delle più ascose che in natura si rinvengono. Esse non si manifestano con dei fenomeni che richiamino giornalmente l'attenzione dell'uomo, come si avvera di molte forze fisiche, verbi grazia, la gravità o la luce, nè agiscono a distanza; i loro effetti non si rendono sensibili che pel contatto immediato delle materie di specie distinte. Molti tempi erano trascorsi prima che fosse creato il mondo dei fenomeni di cui si componeva la chimica al tempo di Lavoisier, ed un infinito numero di osservazioni è stato necessario perchè si arrivasse a poter spiegare quel fenomeno chimico che più di ogni altro colpisce, la combustione di una candela, senza che si giungesse a comprendere, come la formazione della ruggine sul ferro, l'imbiancamento dei colori, la respirazione degli animali, sieno determinati dalla stessa causa.

E però ad acquistare le conoscenze chimiche, delle quali noi al presente disponiamo, migliaia di uomini, di tutta la scienza dei loro tempi istruiti, e compresi da una passione prepotente, hanno speso assiduamente, senza che mai si sbigottissero o stancassero, con grandi e magnanimi sforzi, e, sarei quasi per dire, con sforzi maniaci, tutta la loro energia, tutte le loro sostanze e per tutta la vita, nel fine di frugare in tutti i versi per la terra, onde mettere nel modo più vario in contatto l'uno con l'altro tutti i corpi conosciuti, sieno organici, sieno inorganici. E questo lavoro è durato ben quindici secoli.

Un' invincibile attrazione indusse negli uomini tanta perseveranza e pazienza nei perenne lavorare, che ciò è senza esempio nella storia, tanto più che queste ricerche non soddisfacevano in modo alcuno ai bisogni del tempo. Ma pure era quello il loro desiderio, di conseguire la felicità nei mondo.

Fu mirabile avventura che nella mente del più sapienti e valorosi uomini sorgesse il pensiero che nella terra qualche cosa di nascosto esistesse, la cui scoverta li avrebbe condotti a veder compiti i più elevati tra i desiderii ed i bisogni dei loro sensi, *Oro, salute e lunga vita*. « L'oro dà il potere; ma non vi ha alcun godimento senza la salute, ed una lunga vita tiene in qualche modo il posto dell' immortalità. » (Goethe).

È nella pietra filosofale che si credeva di poter rinvenire unite queste tre supreme condizioni dell' umana felicità. Laonde per parecchi secoli tutti i lavori degli alchimisti non erano rivolti ad altro fine, se non a quello di scoprire la terra verginale, la misteriosa sostanza che dovea rimutare, pervenuta che fosse nelle mani di un savio o di un dottore, qualunque ignobile metallo in oro. E quest' oro adoprato poi come medicamento, nel suo più alto grado di perfezione, stimavasi atto a poter guarire di tutte le malattie, ringiovanire il corpo, e far più lunga la vita. Per ben valutare che cosa fosse l'alchimia e giudicarla con rettitudine, fa mestieri di rammentare che fino al secolo xvi la terra veniva considerata come il centro dell' universo. Si accordava allora ad un' intima relazione tra la vita, il destino degli uomini, e il movimento degli astri, la credenza più ostinata. Era il mondo un gran tutto, un organismo, le cui membra reagivano le une sulle altre perpetuamente. « Le forze creatrici da tutti i punti del cielo mandano raggi verso la terra e determinano le cose terrestri. » (Ruggiero Bacone).

« Chi mangia un pezzetto di pane, dice Paracelso, non gode forse il cielo, la terra e gli astri, dappoichè il cielo con la pioggia fecondante, la terra col suolo, ed il sole con i suoi raggi calorifici e luminosi, concorrono alla produzione del pane, ed il tutto è pur contenuto nelle singole parti? »

Tutto ciò che avveniva in sulla terra si credeva di leggerlo scolpito nelle stelle, come pure si credeva, che tutto si trovava scritto là sù nel cielo quello che si doveva compiere sulla terra. Marte, Venere, o qualunqne altro dei pianeti reggevano, fin dal momento della sua nascita, tutti i fatti della vita di ciascun uomo.

Le miserie, le sventure erano annunziate come da segni minaccianti dalle comete, le cui apparizioni sono pur tanto irregolari.

Scopo della magìa era quello di studiare per la ricognizione e la osservazione della natura e delle sue forze. Laonde riunita essa all'arte di guarire valeva un completo riassunto della scienza segreta. Venivano attribuite all'azione degli spiriti invisibili i fenomeni della vita organica e gli effetti grandiosi della natura come i lampi, i tuoni, la tempesta, la grandine, ecc.

In confronto a questo stato di sviluppo dello spirito umano, si può ben dire che l'alchimia fosse più innanzi di tutte le altre scienze in riguardo alla conoscenza della natura. E di vero la chimica di quei tempi fino al secolo XV non era più indietro dell'astronomia, essa si ritrovava all'istesso grado di sviluppo.

Per mezzo degli Arabi pervennero a divulgarsi le idee già surte in Egitto, che la pietra filosofale fosse il mezzo di rimutare in oro i metalli più comuni. La conquista dell'Egitto fatta dagli Arabi, li mise in possesso delle conoscenze che si avevano sulla natura, le quali ripetevano la origine dalle investigazioni di una casta gelosa di sacerdoti, che insegnavano ai soli iniziati, e sotto la forma di misteri nei templi. Già Erodoto e Platone aveano ritrovato di che allargare le cognizioni e rifare la loro scienza. Nove secoli prima della conquista, l'Accademia di Alessandria era di già pervenuta a farsi un centro di attività scientifica; ed anche all'epoca in cui gli Arabi dettero fuoco alla famosa biblioteca era Alessandria l'asilo e la sede più importante della scienza dei Greci. Or presso gli Arabi, popolo di giovane spirito, nè il fatalismo di Maometto, così opposto allo sviluppo della medicina, nè i precetti del loro libro di religione, il Corano, che interdicono espressamente ogni ricerca intellettuale, potevano in guis' alcuna impedire la coltura delle scienze mediche, astronomiche e matematiche: di tal che dovevano, negli Arabi, le dottrine dei sapienti di Alessandria intorno alla trasformazione dei metalli ritrovare, come difatti lo ritrovarono, un suolo fecondo e propiziamente apparecchiato.

Al tempo in cui Damasco, Bagdad e Bassoro erano i centri del commercio del mondo, non vi fu popolo che fosse più degli Arabi, così attivo ed abile, come avido del lucro e dell'oro. Nei loro racconti e tradizioni popolari troviamo espressi i desideri da essi più vagheggiati, e questi ci fanno comprendere qual fosse la vera molla della loro attività. Erano, gli *Elfi*, i *Nisci*, i *Nani* e le

Ondine, dagli antichi racconti germanici dipinti come i dispensatori di spade a cui nessun nemico poteva resistere, e di unguenti che guarivano tutte le piaghe, come altresì di coppe che non si poteva arrivar mai a vuotare, e di tavole ch'erano sempre imbandite; mentre che gli spiriti delle *Mille ed una notte* sono sempre i depositarî di tesori immensi, o i guardiani di giardini ripieni di fiori e di frutta d'oro o di pietre preziose. La lampada maravigliosa delle arabe novelle, mercè la quale poteva l'uomo tutte queste magnificenze acquistare, era riguardata come qualche cosa di così reale, di così accessibile, quanto, alcuni secoli più tardi, lo furono le scope, sulle quali gli stregoni, affinchè potessero con furibondi balli celebrare la notte di Walburga, cavalcando risalivano il Blocksberg. Or questa medesima lampada aveva già presa in Egitto la forma di pietra filosofale.

Ed è dalle scuole arabe che fu, a tutto il Nord-ovest dell'Europa, comunicato il vivo desiderio di travagliarsi nella ricerca della pietra filosofale, e con esso il corredo delle chimiche conoscenze ed il completo avviamento scientifico. Sull'esempio dell'università di Cordova, di Siviglia, di Toledo, visitate fin dal secolo x dagli studiosi di tutt'i paesi, si formarono dei nuovi centri scientifici, a Parigi, a Salamanca, a Padova, ec. E come per lo appunto richiedeva lo stato di coltura di quei tempi, i preti cristiani divennero i soli depositarî ed i propagatori delle dottrine dei sapienti arabi. Molti secoli appresso, l'alchimia conservava ancora dai sacerdoti egiziani quelle interpetrazioni, la cui oscurità era passata in proverbio, e quello stile mistico, pieno di immagini e sparso d'idee religiose.

Gli scritti di Geber, di questo Plinio dell'viii secolo, comprendono tale un'ampiezza di esperienze chimiche, che veramente è mirabile per l'epoca. Le teorie dei grandi naturalisti del xiii secolo, Ruggiero Bacone ed Alberto di Bollstadt (Alberto Magno, vescovo di Ratisbona), possono certamente, per la ricchezza delle idee e l'estensione dei concetti, paragonarsi solamente a quelle delle nostre moderne scuole di filosofia della natura.

Come ai giorni nostri si trovano ordinati i corpi per gruppi, cioè secondo le loro analogie, o certe rassomiglianze delle loro proprietà, così si era pur fatto ai tempi di Geber. Tutti i metalli hanno talune proprietà fondamentali e comuni, verbi grazia, lo splendore metallico; ve ne sono anche di quelli che restano nel fuoco inalterati, e questi erano chiamati metalli nobili; la mag-

gior parte degli altri perdono al fuoco lo splendore e la malleabilità, e questi si chiamavano metalli comuni; oltre a' quali vi erano ancora i metalli imperfetti, i così detti semimetalli.

Secondo lo splendore metallico, la galena e la pirite non potevano essere distinte dai metalli; la galena di fatti ha il colore simile al piombo; la pirite simile all'oro. Dalla galena e dalla pirite si può estrarre il solfo; dalla prima si può, senza mutare il suo colore, estrarre del piombo duttile fusibile e dotato di splendore metallico. Qual cosa dunque di più naturale, dopo ciò, della credenza che tutti i metalli contenessero del solfo, e che esso modificasse le loro proprietà a seconda che vi era contenuto in una quantità più o meno grande? E come sceverando il solfo dalla galena, questa si rimutava in piombo metallico, non era probabile che separando da quella un poco più di solfo si potesse rendere il piombo anche più nobile?

E di fatti se il piombo si continuava a trattare col fuoco (processo della raffinazione) se ne otteneva una certa quantità di argento e da questo si ricavava poi anche dell'oro. L'alchimia considerava queste separazioni come altrettanti fenomeni produttivi del piombo, dell'argento e dell'oro dovuti al processo che adoperava. Non era forse una cosa verosimile che, perfezionando il processo, tutto il piombo contenuto nella galena si potesse rimutare in argento e tutto l'argento rimutare in oro? L'esperienza avea dimostrato che ad ogni passo del perfezionamento dei processi, da una stessa quantità di galena si ricavava una quantità sempre maggiore di piombo, di argento e di oro.

La proprietà di evaporizzarsi che ha il mercurio era conosciuta. Qual cosa dunque di più naturale del supporre, che la perdita fatta dai metalli delle loro proprietà, provenga, nella calcinazione e nel formarsi della ruggine, dall'evaporazione di una certa specie di mercurio?

Anche oggigiorno la empirica esperienza c'induce ad ammettere un particolare principio colorante in tutte le materie che hanno colori. Il color rosso del rubino, il color verde dello smeraldo, il colore azzurro del zaffiro, son dovuti a talune cause simili a quelle che li danno alle stoffe tinte. Il ferro dolce può con una leggiera aggiunzione di un altro corpo rendersi duro; come si può raddolcire e rendere malleabile il ferro bruto, mercè di talune operazioni. Il rame rosso può, trattato con la calamina, acquistare il colore dell'oro; come può altresì acquistar quello del-

l'argento, trattato con l'arsenico. L'oro trattato col sale ammoniacale diventa di un color rosso-gialliccio; mentre che se si tratta col borace divlene di un bianco-pallido. Coll'inchiostro ordinario (contenente vitriolo di ferro e di rame) i nostri ragazzi riescono a convertire anche adesso il ferro in rame, giacchè il ferro contenutovi sfugge ai sensi. Si estraeva l'oro dalla sabbia di certe riviere, come si otteneva il ferro trattando l'argilla rossa con l'olio e poi portandoli alla incandescenza.

Che di più naturale per una mente inesperta, del credere, che le proprietà dei metalli sieno dovute a delle cose o sostanze particolari in essi contenute, del credere che sia possibile che le proprietà dell'oro o dell'argento possano essere comunicate al piombo o al rame per l'aggiunzione o per la separazione di certe parti? La tintura imperfetta dava il colore, una tintura più perfetta doveva dare le altre proprietà.

Che gli antichi alchimisti considerassero taluni solfuri come metalli non desterà le maraviglie a chi sa come gli stessi chimici moderni hanno tenuti come metalli semplici, e ciò per ben 26 anni, un ossido (il protossido di uranio) ed un composto di azoto (l'azoturo di titanio).

Vi sono dei mezzi, dice Geber, di produrre e di permutare i metalli, come lo provano certi fatti incontrastabili secondo lui. « Questi mezzi consistono in tre ordini di medicine. Le medicine del primo ordine abbracciano i materiali bruti, tali quali ce li offre la natura (i minerali). Le medicine del secondo ordine sono quelle stesse del primo, ma purificate per mezzo di chimiche operazioni. Con una novella depurazione e con la fissazione ottengonsi poi quelle del terzo ordine, e questo è il gran magisterio, la tintura rossa, il grande elixire, la pietra filosofale. »

In tutti i metalli, gli alchimisti ammettevano la presenza di un principio particolare, che comunicava loro il carattere della *metallicità*: questo è il mercurio filosofale. Un metallo comune, fissando una più gran quantità di questo principio, diveniva più nobile. Estraendo il principio metallico da una sostanza o da un metallo, aumentando la sua forza con la depurazione, preparando così la quintessenza della *metallicità*, si otteneva la pietra che, posta in contatto con metalli immaturi, li rimutava in metalli nobili. Molti credevano che questa pietra filosofale agisse alla maniera di un fermento. « Il lievito, per una trasmutazione delle parti, non converte forse i succhi vegetali e le soluzioni zucche-

rine in acquavite che fortifica e ringiovinisce? non effettua forse la separazione di tutte le impurità? (GIORGO RIPPEL — XV secolo).

Una sola parte della pietra filosofale adoperata, nel suo più alto grado di perfezione, come universale, bastava secondo RUGGIERO BACONE per convertire in oro un milione di parti, ed anche secondo RAIMONDO LULLO, mille bilioni di parti di metallo vile. Secondo BASILIO VALENTINO, questa virtù non si estendeva al di là di 70 parti, e secondo GIOVANNI PRICE, ultimo fabbricante di oro del XVIII secolo, si limitava a sole 30 o 60 parti.

Per preparare la pietra filosofale bisognava pria di tutto la materia prima, la terra adamitica, la terra verginale: questa terra, quand' anche sparsa per ogni dove, non poteva rinvenirsi che in certe condizioni conosciute solamente dagl' iniziati. « Quando si ha questa terra (dice ISACCO OLLANDO), la preparazione della pietra filosofale non è più che un lavoro da donna, un giuoco da fanciulli. Dalla materia prima cruda o *remota*, il filosofo estrae il mercurio filosofale, che differisce dal mercurio comune e costituisce la essenza ovvero la condizione della produzione di tutti i metalli. Si aggiunge dell' oro filosofico a questo mercurio e si lascia per qualche tempo il miscuglio in un forno da cova, il quale deve avere la forma di un uovo. Si ottiene allora un corpo nero, la testa del corvo (*caput corvi*), che, abbandonato al fuoco per qualche tempo, si tramuta in un corpo bianco: questo è il *cigno bianco*; quando il fuoco è più prolungato e più vivo, la materia diventa gialla, e finalmente tutta rossa; allora la grande opera è finita. »

Prima della invenzione dell' arte tipografica, era facile agli alchimisti di tener segrete le loro scoperte; essi non cambiavano le loro esperienze che con quelle di un altro iniziato. Le operazioni chimiche che essi hanno fatto conoscere sono chiare ed intelligibili, quando non conducono ad alcun effetto, che abbia direttamente rapporto con lo scopo principale delle loro ricerche. Ma esse sono poi delle immagini e dei simboli, quando si tratta dei loro lavori relativi al gran magisterio: essi esprimono allora in un modo inintelligibile quello che essi stessi non interpretavano se non molto vagamente.

Ciò che veramente fa stupore è, che la esistenza della pietra filosofale abbia potuto passare, per lo spazio di tanti secoli, come una verità incontrastabile, mentre che nel fatto nessuno la possedeva, ed ognuno sosteneva che l' avea un altro.

Chi poteva mai più dar luogo a dei dubbi, dopo che VAN HELMONT (1618) ebbe raccontato di aver ricevuto da una mano *incognita* un quarto di grano del corpo prezioso, col quale aveva trasformate ott'once di mercurio in oro puro? Ed ELVEZIO, il celebre medico del principe d'Orange, l'avversario dichiarato dell'alchimia, non aveva anche egli narrato nel suo *Vitulus aureus quem mundus adorat et orat* (1667) di aver ricevuto le pruove più concludenti in favore della esistenza della pietra filosofale? Egli in effetti, scettico per eccellenza, ne aveva, come disse, ricevuto da uno *straniero* un pezzettino della grossezza di un mezzo granello di ravizzone (seme di colsa), e in presenza di sua moglie e del suo figlio avea convertito sei dramme di piombo in oro, il quale resistette alla pruova fattane nella zecca dell'Aja! Ed il conte di RUSS, direttore delle mine, non aveva pur egli trasformato in Praga, presente l'Imperatore FERDINANDO III, due libbre e mezzo di mercurio in oro fino, e ciò per mezzo di un granello di una polvere rossa ch'egli avea ricevuta da un tal RICHTHAUSEN, e che questi aveva avuta da un *incognito*? Da questo oro fu coniata una grande medaglia, in cui era rappresentato il Dio Sole (l'oro), tenendo il caduceo di Mercurio (per indicarne la provenienza dal mercurio), e con la leggenda: *Divina Metamorphosis exhibita Pragae XV. Jan., An. MDCXLVIII in Praesentia Sac. Caes. Maj. Ferdinandi Tertii etc.* (Secondo G. F. GMELIN, questa medaglia esisteva ancora nel 1797 nella camera del tesoro in Vienna). Gli alchimisti raccontano ancora, che il Langravio ERNESTO LUIGI di Assia Darmstadt aveva ricevuto da una mano *incognita* un piccolo involto contenente della tintura rossa e bianca o col modo di servirsene. Con l'oro ch'egli ricavò dal piombo si coniarono dei ducati, e con l'argento, gli scudi d'Assia col millesimo 1717 e nei quali leggesi: *Sic Deo placuit in tribulationibus* (KOPP. II. 271).

Nei casi che qui abbiamo menzionati accadeva probabilmente a questi amatori dell'alchimia ciò che successe al celebre e benemerito professore di Teologia in Halle, GIOV. SAM. SEMLER, morto nel 1791, il quale si occupava nel 1786 di una famosa medicina universale, che un certo barone di HIRSCH sotto il nome di Sale aereo *(Luftsalz)* vendeva al pubblico. Egli credeva di aver trovato che in questo sale umettato e tenuto caldo si producesse dell'oro. Egli inviò all'accademia di Berlino nel 1787 una parte di questo sale con un campione dell'oro che in esso era cresciuto. KLAPROTH che l'esaminò vi trovò del sale di GLAUBER, del sale amaro in-

viluppalo in una amalgama d'orina, e dell'oro in foglie in bellissime dimensioni. SEMLER inviò a KLAPROTH anche del sale in cui non era cresciuto ancora dell'oro, come pure un liquido che conteneva *la semenza dell'oro e che fecondava il sale aereo esposto al calore*. Ma trovossi che il sale era di già mischiato con dell'oro. SEMLER credeva fermamente alla produzione dell'oro; egli scrisse nel 1788: « Due bicchieri portano dell'oro; ogni cinque o sei giorni lo colgo, ve ne ha sempre da 12 in 15 grani; due o tre altri bicchieri sono per la via, i fiori dell'oro spuntano dal fondo ». Ma un novello invio a KLAPROTH in foglie di 4 in 9 pollici quadrati fece vedere che la qualità della pianta erasi peggiorata, poichè essa portava dell'oro falso, del tombacco. La cosa allora venne in chiaro. Il servitore di SEMLER, incaricato di accudire alla stufa, aveva messo dell'oro nei bicchieri, per procurare un piacere al suo padrone; in seguito di un impedimento del servitore, sua moglie prese la faccenda su di lei, ma ella pensò che l'oro falso andava meno caro e faceva lo stesso ufficio.

Ma nel XIV, XV e XVI secolo i mezzi di distinguere l'oro e l'argento vero dai miscugli che ad essi somigliano non erano così bene conosciuti come al tempo di SEMLER, e le grandiose frodi commesse dai fabbricanti di oro non erano tali da indebolire la ferma credenza nella tramutazione dei metalli. ERRICO VI, Re d'Inghilterra (1423), fece, in quattro decreti consecutivi, un appello a tutt'i nobili, professori e preti, perchè si dedicassero, ciascun secondo le proprie forze, allo studio dell'arte nel fine di trovare i mezzi onde pagare i debiti dello Stato. I preti, pensava il re, dovevano coll'ajuto di Dio trovare in preferenza la pietra filosofale e riuscire a tramutare i metalli comuni in oro. Qual sia stato l'effetto di questi decreti si può giudicare considerando, che il parlamento di Scozia ordinò una rigorosa sorveglianza in tutt'i porti, e segnatamente alla frontiera, onde impedire l'introduzione dell'oro falso inglese. Si trovano ancora, si dice, a Birmingham i discendenti dei fabbricanti d'oro di quei tempi.

Al XVI secolo, vi erano degli alchimisti alla corte di tutt'i principi europei; l'Imperatore RODOLFO II ed il Palatino FEDERICO erano celebri protettori dell'alchimia. Tutte le classi della società si occupavano a voler fare dell'oro, o a raggiungere il possesso del gran secreto. Considerevoli somme furono sacrificate nel XV e XVI secolo per i lavori necessari alla scoverta della pietra filosofale, non altrimenti che ai giorni nostri, i principi, i particolari e le società

6

fanno delle grandi spese per i lavori che sono necessarii alla escavazione delle miniere dei metalli, di carbon fossile, o di sale. Surse allora una quantità di avventurieri che cercavano di farsi credere alle corti dei potenti come adepti, val quanto dire possessori del gran secreto; ma questo era un giuoco pericolosissimo; poichè quegli stessi che riuscirono mercè le tramutazioni dei metalli abilmente eseguite a giustificare la loro qualità di adepti presso qualche principe, e ne riceverono onori e ricca mercede, naufragarono altrove, e finirono coll'essere appiccati ad una forca dorata in abiti d'oro falso. Altri, la cui frode non poteva essere provata, scontarono nelle mani di qualche principe avido, con la prigionia e la tortura, l'onore di essere possessori della pietra filosofale. Il trattamento crudele che essi ebbero a soffrire, era come la pruova più manifesta della verità della loro arte (Kopp.).

Bacone da Verulamio, Benedetto Spinosa, Leibnitz ed altri uomini eminenti credevano alla pietra filosofale ed alla possibilità della tramutazione dei metalli; e molti decreti emanati dalle Facoltà di Dritto, fanno vedere quali profonde radici queste idee avessero prese in quei tempi. La Facoltà di Dritto di Lipsia (1580), in un giudizio contro Davide Beuther, lo dichiarò convinto di conoscenza della pietra filosofale; e nell'anno 1725 la stessa Facoltà emanò un suo parere nella causa della Contessa Anna Sofia di Erbach contro suo marito, il Conte Carlo Federico. La Contessa aveva dato asilo, nel suo castello di Frankenstein, ad un individuo perseguitato per contravvenzione di caccia; questi era un adepto, e, per dimostrarle la sua gratitudine, aveva trasformato in oro il vasellame di argento della Contessa. Il Conte ne reclamò la metà, fondandosi su ciò, che l'accrescimento del valore erasi operato entro i limiti del suo dominio e durante il matrimonio, onde gli spettava di dritto. La Facoltà si pronunziò contro il Conte, poichè riteneva, che gli oggetti in lite essendo stati, prima della trasmutazione, di proprietà della Contessa, questa non poteva per la tramutazione avvenuta perdere il suo dritto di proprietà (Kopp).

Siamo pur troppo, ai tempi nostri, disposti a considerare come una funesta aberrazione dello spirito umano, le opinioni dei discepoli e seguaci della scuola araba sulla tramutazione dei metalli; ciò non pertanto questa idea della natura variabile delle cose risponde bene alla comune esperienza, e precede sempre l'idea della natura immutabile di esse.

Prima che si facesse uso della bilancia, e prima del perfezionamento dell'analisi chimica, non vi era ragione scientifica che valesse a provare che il ferro fosse come tale esistito in una pietra rossa, ed il rame in una pietra turchina o in una pietra verde, e che essi non erano i prodotti del processo adoperato nel ricavarli dal minerale. Ma se i metalli erano dei *prodotti* e non già degli *edotti*, val quanto a dire corpi segregati da altri corpi, essi erano ancora trasmutabili, e tutto dipendeva allora dal processo che s'impiegava.

Soltanto dopo che Dalton ebbe introdotto nella scienza la dottrina delle particelle stabili e che non sono più suscettive di divisione (gli atomi), si è ammessa in chimica la esistenza dei corpi semplici; tuttavolta l'idea che vi si annette corrisponde così poco alla natura, che non vi è alcuno tra i chimici moderni il quale consideri i metalli come 48 corpi indecomponibili, ossia elementari. Non è molto tempo ancora che Berzelius fermamente credeva alla natura composta dell'azoto, del cloro, del bromo e del jodo. I corpi che noi chiamiamo semplici non si riconoscono tali perchè noi li consideriamo indecomponibili, ma perchè nello stato delle nostre conoscenze non possiamo dimostrare scientificamente la loro decomposizione. Pure non ci sembra impossibile che questa decomposizione possa riuscire anche domani. Nell'anno 1807, gli alcali, le terre alcaline, e le terre, passavano per corpi semplici, e non pertanto sappiamo da H. Davy che sono corpi composti.

Negli ultimi 25 anni del passato secolo molti dei più distinti naturalisti credevano alla possibilità di convertire l'acqua in terra, e questa opinione era così generale, che Lavoisier, il più gran chimico del suo tempo, credette cosa opportuna di sottomettere ad una serie di belli esperimenti le ragioni sulle quali essa si fondava, e dimostrarne così l'errore. La produzione della calce nel tempo dell'incubazione delle uova di pollo, come quella del ferro e degli ossidi metallici nell'economia vegeto-animale, trovò ancora nel presente secolo calorosi e sagaci difensori.

La non conoscenza della chimica e della sua storia è la cagione della tanto ridicola presunzione con cui molti si rivolgono all'epoca dell'alchimia; come se non fosse stato possibile, che per ben dieci secoli gli uomini più versati nella scienza e le menti più argute, come un Bacone da Verulamio, uno Spinosa, un Leibnitz, abbiano potuto professare una opinione, che fosse stata

mancante di ogni fondamento, e che non avesse avuto la menoma razionalità! Non devesi per contrario ammettere che la tramutazione dei metalli era perfettamente di accordo con tutte le osservazioni del tempo, e che essa non si trovava in contraddizione con alcun fatto allora conosciuto?

Nel primo periodo dello sviluppo della scienza gli alchimisti non potevano avere un'opinione sulla natura dei metalli diversa da quella che professavano; questa sola era ammissibile o possibile, e perciò anche necessaria secondo le leggi della natura. Il pensiero della pietra filosofale, dice taluno, è stato un errore; ma non sono forse tutte le nostre verità surte a causa degli errori? Ciò che oggi crediamo vero potrà ben essere che sia domani un errore.

Ogni idea che spinge l'uomo al lavoro, che esercita la sua sagacità e sostiene la sua perseveranza, è un guadagno per la scienza; poichè è il lavoro quello che conduce alle scoverte. Le tre leggi di Keplero, che sono considerate come il fondamento dell'astronomia moderna, non sono dovute a delle idee esatte sulla natura di quella forza che ritiene i pianeti nelle loro orbite, ma esse sono semplicemente il ritrovato dell'arte di fare esperienze.

La più viva immaginazione, la più sottile intelligenza, non saprebbero trovare un'altra idea che avesse potuto agire sullo spirito e sulle forze degli uomini più potentemente ed in una maniera più ostinata della pietra filosofale. Senza questa idea, la chimica non esisterebbe nel suo attuale grado di perfezione, e si dovrebbe creare di bel nuovo onde portarla dopo 1500 o dopo 2000 altri anni a quello stato in cui oggigiorno la troviamo. Questa è la stessa potenza d'impulsione che condusse Cristoforo Colombo a scoprire un nuovo mondo, e che dopo di lui fece correre centinaia di migliaia di avventurieri in contrade sconosciute, risoluti di esporre la loro fortuna e la loro vita; ed è dessa che anche oggi sospinge tanti individui al di là delle montagne rocciose dell'America occidentale, onde diffondere in modo uniforme la coltura e la civilizzazione in quella parte del globo.

Per convincersi della non esistenza della pietra filosofale si è dovuto esaminare ed osservare, e con tutti i mezzi del tempo, tutto ciò ch'è stato accessibile alle investigazioni, ed è appunto in questo che consiste la influenza quasi maravigliosa di cosiffatta idea. La sua potenza potette essere rovesciata solo allorchè la scienza ebbe acquistato un certo grado di perfezione. Per molti

secoli, quando i dubbi sorgevano, quando quelli che nella faticosa ricerca si travagliavano se ne incominciavano a sentir stanchi, arrivava sempre a tempo un *incognito* misterioso, che convinceva un uomo degno di fede ed eminente della reale esistenza del gran magistero.

Un estraneo alla scienza, che si prende la pena di leggere una sola pagina di un trattato di chimica, sarà meravigliato della quantità di singoli fatti che vi sono citati; quasi ciascun vocabolo vi esprime un'esperienza, un fenomeno. Tutte queste esperienze non si sono al certo da se stesse presentate all'osservatore, ma si sono dovute ricercare ed acquistare con fatica. In che stato si troverebbe la chimica presente senza l'acido solforico, il quale è una scoverta fatta da più di dieci secoli dagli alchimisti? ove sarebbe giunta la chimica senza l'acido muriatico, l'acido nitrico, l'ammoniaca, senza gli alcali, le numerose combinazioni dei metalli, senza l'alcool, l'etere, il fosforo, l'azzurro di Prussia? Non è possibile di farsi una giusta idea delle difficoltà che ebbero a sormontare gli alchimisti nei loro lavori; essi stessi inventavano i loro utensili ed i processi per le loro operazioni; essi erano obbligati di preparare con le loro proprie mani tutto quello di che abbisognavano.

L'alchimia non è mai stata altra cosa che la chimica stessa. Noi siamo molto ingiusti verso gli alchimisti, confondendoli con i fabbricanti dell'oro del XVI e del XVII secolo. Tra gli alchimisti ha sempre esistito un nucleo di veri naturalisti, i quali spesso si illudevano essi stessi nelle loro teorie, mentre i girovaghi manifatturieri d'oro ingannavano se e gli altri. L'alchimia era la scienza; essa abbracciava tutte le industrie che tecnicamente applicavano le conoscenze chimiche. Quello che GLAUBER, BOETTGER e KUNKEL hanno operato su questa via si può arditamente mettere accanto alle più belle scoverte del nostro secolo.

Certe teorie sulle quali son poggiati i lavori dei chimici moderni potrebbero sembrare altrettanto stravaganti, quanto le idee degli alchimisti, a chiunque fosse ignorante dei servigi che essi hanno resi alla scienza. Non la tramutazione dei metalli tanto verosimile per gli antichi, ma cose assai più singolari noi crediamo di poter realizzare. Noi siamo così abituati al maraviglioso, che nulla più ci desta le maraviglie. Noi fissiamo i raggi del sole sulla carta, e facciamo percorrere al nostro pensiero le più grandi distanze con la rapidità del fulmine. Noi liquefacciamo il rame nel-

l'acqua e ne fondiamo delle statue a freddo. Nei crogiuoli riscaldati al rosso noi facciamo congelare in forma di ghiaccio l'acqua ed anche il mercurio, ed otteniamo questo in istato solido e malleabile. Crediamo possibile d'illuminare nel modo più brillante città intere con delle lampade senza fiamme, senza fuoco, ed alle quali l'aria non ha punto accesso. Nelle nostre fabbriche prepariamo l'oltremare, una delle più preziose sostanze minerali, e crediamo che domani o doman l'altro qualcuno troverà la maniera di fare dei magnifici diamanti con un pezzo di carbone di legno, de'zaffiri o dei rubini con l'allume, la magnifica materia colorante della robbia, la benefica chinina e la morfina con il catrame del carbon minerale. Queste sono altrettante cose preziose quanto l'oro, ma assai più utili di questo metallo.

Della scoverta di queste cose tutti si occupano e nessuno intanto se ne occupa in particolare. Tutti i chimici se ne occupano in quanto che essi tutti studiano le leggi delle trasformazioni e dei cambiamenti dei corpi; ma nessuno di essi prende per unico scopo della sua vita la produzione del diamante o della chinina. Se vi fosse un uomo dotato delle necessarie conoscenze, il quale volesse dedicarsi a un lavoro di tal fatta, e che fosse animato dal coraggio e dalla perseveranza degli antichi fabbricanti di oro, egli potrebbe con ragione sperare di riuscirvi. Le ultime scoverte che sono state fatte sulle basi organiche (1), ci autorizzano a credere tutto ciò, e nessuno avrebbe per questo il dritto di metterci in derisione.

La scienza ha dimostrato che l'uomo, il quale sa effettuare tutte queste maraviglie, si compone di aria condensata; che egli vive di aria condensata, e di aria non condensata; che si veste di aria condensata; che prepara i suoi alimenti per mezzo di aria condensata, e che è anche per questa che egli mette in movimento, con la rapidità del vento, i più pesanti carichi. Ciò che vi ha ancora di più singolare è che migliaia di cosiffatte piccole macchine di aria condensata a due piedi, distruggonsi le une e le altre nelle grandi battaglie per mezzo di aria condensata, a fine di assicurarsi l'afflusso ed il possesso di quella quantità di aria condensata,

(1) Qui l'illustre autore allude agl'importantissimi lavori scientifici che M. Berthelot e S. De Luca hanno fatti in questi ultimi tempi, e pei quali essi sono arrivati ad avere, per mezzo della sintesi chimica, l'essenza d'aglio (*allile*), l'essenza di senape (*senapina*) la *iodidrina*, ec. ec. *Tr.*

di cui hanno bisogno onde cibarsi e vestirsi, o per soddisfare alle loro idee di onore e di potenza. Non meno singolare è ancora che molti erroneamente considerino le proprietà di quell'essere immateriale, consciente, pensante e sensibile, il quale alberga in questa piccola macchina, come un semplice effetto della struttura interna e della disposizione delle minime particelle che lo compongono; e ciò ad onta che la chimica ci fornisca una pruova irrecusabile che siffatta composizione ultima e delicatissima delle particelle componenti e non percettibili ai sensi, non differisce in guis'alcuna nell'uomo da quella di ogni infimo animale della Creazione.

Ma ritorniamo all'alchimia. Troppo si dimentica, giudicandola, che ogni singola scienza rappresenta un organismo intellettuale in cui la coscienza, come nell'uomo, non si mostra prima che abbia raggiunto un certo grado di sviluppo. Or noi sappiamo che tutte le mire particolari degli alchimisti erano dirette al conseguimento di uno scopo più elevato. La via che ve li ha condotti era evidentemente la migliore.

Per innalzare un palazzo, si ha mestieri di molte pietre, e di molta gente per estrar queste dalla cava e tagliarle, come altresì di molti alberi i quali hanno d'uopo di essere abbattuti e lavorati dagli artefici; ma il piano viene dall'alto, il solo architetto lo conosce.

La pietra filosofale, che una impulsione vaga e confusa faceva cercare agli antichi, non è altra cosa, nel suo stato di perfezione, che la scienza chimica in persona.

Non è dessa forse, la pietra filosofale, che ci promette di aumentare la fertilità dei nostri campi, e di assicurare la prosperità a milioni di uomini? Non è forse dessa che ci promette di far produrre sopra una stessa superficie, invece di sette, otto grani ed anche più?

Non è forse la Chimica che inverte le parti del globo terrestre in prodotti utili, che il commercio trasforma in oro? Non è dessa la pietra filosofale, che promette di manifestarci le leggi dei fenomeni vitali, e che ci dovrà somministrare i mezzi di guarire le malattie e di prolungare la vita?

Ogni scoverta apre alle nostre investigazioni nuovi campi più vasti e più fecondi; e nelle leggi della natura noi cerchiamo ancora la terra verginale, e la cercheremo sempre senza mai arrestarci.

La ignoranza della storia è la vera cagione per cui anche og-

gidì il secondo periodo della Chimica, quello cioè del *flogisto*, è così generalmente tenuto in poco conto, che gli si guarda dietro con disprezzo. Il nostro orgoglio non può comprendere che le esperienze di Giovanni Rey, sull'aumento del peso dei metalli dopo la calcinazione, non sieno state apprezzate, e che accanto ad esse abbia potuto sorgere l'idea del *flogisto* e guadagnarsi l'opinione. Ma tutte le mire di quel secolo erano dirette alla coordinazione dei fatti acquistati, dopo, cioè, che il materiale da coordinarsi esisteva. Le osservazioni di Giovanni Rey rimasero per questo periodo senza alcuna influenza, perchè esse non erano state coordinate al processo della combustione in generale; giacchè quanti corpi vi erano che per la combustione diventavano più leggieri, o sparivano compiutamente all'occhio dell'osservatore? Lo scopo di tutt'i lavori di Becher, di Stahl e dei loro successori, era precisamente la ricerca dei fenomeni appartenenti ad una medesima categoria, ed ingenerati da una stessa cagione.

La grande scoverta, che la calcinazione dei metalli e la produzione dell'acido solforico dal solfo, come altresì la ripristinazione dei metalli dai metalli calcinati, e quella del solfo dall'acido solforico, sieno dei processi analoghi e tra loro connessi, questa scoverta incomparabile racchiude in se le condizioni del processo fatto infino a noi. In essa è riposta una verità che anche ai giorni nostri è riconosciuta, e la quale non dipende affatto dalla cognizione del peso. Prima che fosse possibile di procedere a pesare, dovevasi conoscere quello che si doveva pesare, come prima di misurare fa d'uopo della conoscenza di una relazione esistente tra due cose, e questo appunto è ciò che si deve determinare. Il merito immortale di Stahl è di aver scoperti e messi in chiaro i rapporti in che il processo della combustione, che è il più importante di tutti, si trova con gli altri.

Noi apprezziamo i fatti in ragione della loro immutabilità, e perchè essi sono il terreno su cui si sviluppano le idee; un fatto non acquista un valore reale se non per la idea che ne deriva. A Stahl mancavano i fatti, ma non l'idea.

Cavendish e Watt sono l'uno e l'altro gli scopritori della composizione dell'acqua; Cavendish stabilì il fatto; Watt n'ebbe l'idea. Cavendish disse: da aria infiammabile e da aria deflogisticata *nasce* l'acqua; Watt disse; l'acqua *consiste* in aria infiammabile ed in aria deflogisticata. Tra queste due espressioni vi è gran divario.

D'altronde la valutazione esagerata di fatti semplici è spesso l'indizio della mancanza di giuste idee. Non la ricchezza, ma la povertà delle idee si veste ampollosamente di cenci, o porta degli abiti vecchi, miseri e spelati.

Vi sono delle idee di una vastità tale, che quand'anche fossero crivellate per ogni verso, conservano ancora tanto della loro primitiva sostanza da preoccupare lo spirito delle generazioni di un intero secolo. Tale fu l'idea del *flogisto*.

In sul principio il *flogisto* non era che un'idea, e poco importava, per l'uso che se ne faceva, che essa avesse o pur nò una esistenza materiale; l'idea era buona finchè serviva a coordinare i fatti ed a trovare nuove generalizzazioni. Ammettendo ancora la proprietà del peso nella spiega del fenomeno della combustione, si pervenne a scovrire che il processo dipendeva da una parte integrale e particolare dell'aria, ma il fenomeno stesso non era con ciò meglio spiegato di prima. Stahl ignorava i rapporti mercè i quali l'aria o il corpo, nell'atto della combustione, aumentano di peso; e adesso noi non sappiamo più di prima quali relazioni esistano tra il processo della decomposizione, in virtù del quale ha luogo lo svolgimento della luce e del calorico, e il processo della composizione, ovvero tra la proprietà de'corpi di diventare più leggieri e diventare più pesanti: questo problema resta tuttavia a risolversi. Ciò che Stahl considerava come parte principale, noi lo trascuriamo; ecco la differenza.

Tutto ciò che si sviluppa secondo le leggi della natura non può progredire più rapidamente di quello che fa. Non prima della conoscenza dei rapporti che esistono tra le cose tangibili potevasi dar forma ad una Chimica delle cose invisibili. L'idea che noi abbiamo al giorno di oggi sulle composizioni chimiche surse dalla chimica pneumatica: all'epoca di Stahl non si aveva alcuna idea giusta della natura chimica di un gas o dell'aria. L'attrazione chimica non divenne evidente per i gas che quando vennero osservate le diminuzioni del volume o la sparizione totale di essi.

Hales vide (1727) sviluppare dell'aria da una gran quantità di corpi mercè l'azion del fuoco; tutto ciò che si mostrava allo stato aereo ed elastico era aria per lui; egli non sapeva distinguere la differenza tanto sensibile che passa tra il gas acido carbonico, i gas infiammabili, e l'aria comune. La diminuzione del volume di un gas al contatto dell'acqua, o durante la combustio-

ne, egli non la spiegò come una soluzione o combinazione, ma come una perdita della facoltà di dilatarsi.

Le ricerche di Black maestrevolmente eseguite divennero il primo fondamento della Chimica antiflogistica. L'esperienza fondamentale di Lavoisier, cioè la calcinazione ed il ripristinamento dell'ossido rosso di mercurio, l'assorbimento e lo sviluppo di una delle parti che costituiscono l'aria durante questi medesimi processi, altro non sono che la imitazione degli esperimenti di Black sulla calce e sugli alcali. Allorchè Black aveva dimostrato che la calce caustica esposta all'aria perde la sua causticità aumentando di peso; allorchè aveva provato che siffatto aumento di peso è dovuto alla fissazione di un gas (acido carbonico) contenuto nell'aria, e che questo si può di bel nuovo espellere col calore; allorchè in fine egli aveva fatto vedere che questo aumento di peso corrisponde appuntino alla quantità del gas fissato, allora cominciò per la Chimica l'epoca delle ricerche quantitative. Il *flogisto* perdette il suo significato, ed in vece della idea venne fuori una serie di fatti stabilmente connessi.

Anche oggigiorno, molti chimici non possono fare a meno di certi nomi collettivi, simili a quello del *flogisto*, per indicare fenomeni che si suppongono appartenere ad una stessa categoria, o che sono determinati da una stessa causa: ma in vece di adoperare in simili occorrenze dei vocaboli esprimenti cose materiali, come si soleva usare insino alla fine del XVIII secolo, noi ci serviamo dopo Berthollet del vocabolo *forza*, espressamente all'uopo inventato. Così ancora niente è più contrario alle regole di una investigazione razionale della natura che l'invenzione e l'uso del vocabolo *catalisi* o *forza catalittica*. Noi tutti sappiamo che in questi vocaboli non è riposta alcuna verità; ma la maggior parte degli uomini, per difetto di giuste cognizioni, non può far senza di questo vocabolo; ed il bisogno di rannodare e di coordinare i fenomeni ne farà conservare l'uso insino a che i fenomeni ai quali si rapporta avranno trovata la loro giusta classificazione.

Si è detto che tutte le scienze si sviluppano in tre periodi: il primo sarebbe quello del semplice presentimento o della credenza; il secondo quello della sofisticheria; il terzo quello della osservazione ponderata. Si considera l'Alchimia come il periodo religioso di quella scienza che più tardi ha ricevuto il nome di Chimica. Questo modo di vedere è interamente falso in quanto alla chimica ed a tutte le scienze induttive. La indagazione di un feno-

meno in natura esige tre condizioni: bisogna, in primo luogo, studiare il fenomeno *in se stesso* ed in tutti i suoi aspetti; dipoi rinvenire in quale *connessione* esso ritrovasi con gli *altri* fenomeni naturali; ed infine, scoperti che sono tutti questi rapporti, bisogna *misurare* cosiffatta connessione, ossia i *legami della loro dipendenza*, ed esprimerli con cifre (1). La scienza chimica comprende tutt'i fenomeni del mondo materiale che son determinati da un certo numero delle stesse cause; il suo istorico sviluppo ha tre periodi, i quali corrispondono alle tre condizioni necessarie per la conoscenza di ciascun fenomeno particolare.

Nel primo periodo della Chimica tutte le forze erano dirette alla conoscenza dei corpi, di cui le proprietà distintive si dovevano scoprire, osservare e determinare. È questo il periodo dell'Alchimia. Il secondo periodo comprende il ritrovamento dei rapporti reciproci, ossia la connessione di quelle proprietà: questo è il periodo della Chimica *flogistica*. Nel terzo periodo, cioè in quello appunto in cui ci troviamo, noi determiniamo con i pesi e le misure le proporzioni secondo le quali le proprietà dei corpi dipendono le une dalle altre. Le scienze induttive cominciano dalla materia; poi vengono le idee giuste, ed infine le matematiche con i loro numeri che compiono l'opera.

La storia politica dei popoli, non altrimenti che quella delle scienze, presenta ancora tre epoche. Nella prima gli attributi dell'uomo si sviluppano in tutt'i loro contrapposti. La debolezza si

(1) Dai tempi più remoti si conosce la effervescenza della pietra calcare e quella della potassa con gli acidi; ma prima del XVII secolo non si riconobbe, che questo fenomeno è dovuto allo svolgimento di una specie di aria, differente dall'aria comune; che questa aria particolare s'incontra nelle acque minerali; che si produce durante la fermentazione e per la combustione del carbone; che gli animali vi si asfissiano, e che la fiamma vi si estingue. Passarono dei secoli prima che si conoscesse il *fenomeno* dell'effervescenza in tutti i suoi lati. Acquistata questa conoscenza, si scovrì che la causticità o la non causticità della calce e degli alcali *dipende* dall'assenza o presenza dell'acido carbonico; che l'indurirsi del cemento calcinoso all'aria è dovuto all'acido carbonico che vi si fissa; che lo svolgimento dell'acido carbonico durante la fermentazione del vino e della birra *dipende* dalla decomposizione dello zucchero, ec. Finalmente si decompose l'acido carbonico, se ne determinò la composizione, e si stabilirono in peso le proporzioni in cui esso entra in combinazione con la calce e con gli ossidi metallici, come ancora, i rapporti di *dipendenza* del suo stato gassoso dal calorico e dalla pressione, il suo calorico specifico, e latente.

sottomette alla forza; la sapienza e il dono della invenzione si riveriscono come attributi divini; le condizioni più generali della vita sociale si ripongono nel comandamenti, i quali tutti cominciano con: « tu devi »; gli uomini hanno dei doveri, essi non hanno ancora dritti. Nella epoca che vien dopo si pronunziano tutt' i rapporti di dipendenza tra gli attributi diversi. Il contrasto tra gli attributi opposti conduce alle leggi; dall'aver coscienza del giusto sorge la ricognizione dei dritti. Dalla riunione di dritti della stessa natura nascono i poteri. La lotta tra i poteri opposti ingenera le rivoluzioni: chiamasi rivoluzione il preludio del disturbo. Nella ultima epoca, i rapporti di dipendenza tra tutti gli attributi, dritti o poteri, sono raffermati in modo nella società da assicurare ad ogni singolo individuo il libero e compiuto sviluppo della sua capacità e de' suoi attributi, senza che perciò un altro ne venga pregiudicato.

LETTERA IV.

Innumerevoli germi della vita intellettuale riempiono la umana specie; ma solamente in singoli e rari spiriti essi trovano un suolo propizio allo sviluppo; in questi l'idea di cui niuno sa la prevenienza si vivifica nell'atto creativo; per essi la nascosta legge della natura riceve una forma attiva ed efficace, e rendesi intelligibile a tutti.

Non alle gesta dei principi potenti o dei conquistatori la Storia rannoda i progressi delle scienze naturali e lo stato attuale di coltura dello spirito, ma li rannoda agl' immortali nomi di Colombo, di Copernico, di Keplero, di Galileo e di Newton.

Lo svolgimento dell' umano intelletto pareva interrotto da ben dieci secoli. Un sistema d'istruzione, che non differisce affatto da quello ch' esiste tuttavia nel celeste impero, e che anche nei sapienti Cinesi dei nostri giorni, quando leggono una pagina di nomi privi di senso, desta un singolare sentimento di piacere, aveva

nelle scuole dei filosofi di quei tempi (gli scolastici) annientata ogni tendenza alla ricerca della verità.

Simili ad un albero che stranamente si scontorce e bozzacchisce, perchè impedito nel suo sviluppo da esterne cagioni, le più nobili facoltà di quell'epoca s'intristirono nella forma di una dialettica di sofismi. Uomini di ben meritata reputazione e di un sapere incontrastabile scrissero dei volumi e delle memorie sulle tempeste e sulla pioggia di sangue, nei quali di tutt'altro si trattava fuorchè del dar ragione di questi fenomeni della natura.

Le più distinte intelligenze si occupavano di quistioni e di ricerche, le quali si terrebbero ai nostri giorni per segni indubitati di alienazione mentale e di pazzia. Dei sapienti famosi si scambiarono una immensità di scritti sul dono che possedevano i Re di Francia e d'Inghilterra, di guarire i broncoceli col semplice contatto, e molto essi disputarono per dimostrare se questo dono maraviglioso fosse inerente al Trono o alla Famiglia, perchè lo numeravano tra le forze segrete, di cui i fatti avevano sufficientemente dimostrato l'esistenza.

Per trovare il vero sentiero della scienza, lo spirito umano abbisogna di guide sperimentate; ma una presuntuosa potenza teneva rinserrata la luce come in una carcere; in queste tenebre lo spirito mancava delle stelle che gli avessero potuto servire di direzione. Il valore del tesoro delle conoscenze della natura acquistate dagli antichi, non fu compreso, o fu trascurato; e così perdette tutta l'efficacia di che era fornito a poter arricchire le cognizioni di quei tempi.

Le quistioni di fisica furono risolute secondo le leggi della dialettica. Rinunziando così alla esperienza, la quale crea il sapere, si rinnegò la vera scienza.

Per mancanza di obbietti valevoli a tenere inteso il pensiero, si perdette l'esercizio e la destrezza di porre esattamente le questioni relative alle cagioni dei dati e dei fenomeni; non si seppe, nè osservarle, nè indagarne con l'esperienza la connessione. Questo stato dell' intelletto ci fa comprendere la influenza che sulle idee di allora esercitavano l'astrologia, la cabala, e la chiromanzia, e che si poteva credere alla esistenza degli stregoni, dei licantropi, e dei maghi. E molti secoli appresso si consideravano ancora le malattie come l'opera di Satana, e gli amuleti ed altre cose mistiche, come i più efficaci mezzi di guarigione. La storia del dente di oro (v. appendice), che verso la fine del XVI secolo

fece tanto rumore in Alemagna, ci prova appieno il totale difetto, nella classe stessa degli uomini culti, dell'attitudine a poter spiegare anche il più semplice fenomeno.

Quando Cristoforo Colombo in Salamanca, sede allora dell'alto sapere, ebbe a sostenere la sua opinione sulla forma della terra e sulla possibilità di farne il giro navigando, davanti al Collegio composto dei più reputati e sapienti professori di astronomia, di geografia, e di matematiche del regno, e dei più eminenti dignitari della Chiesa, la maggior parte di essi lo giudicarono, chi un visionario ridicolo, chi un avventuriere meritevole di disprezzo.

Giammai una discussione di dotti ha esercitato tanta influenza sul progresso dello spirito umano quanto quella ch' ebbe luogo nel Collegio di S. Stefano; essa fu l'aurora di un giorno novello, giorno precursore della grande vittoria della verità sulla cieca credenza dei tempi.

Dopo che Cristoforo Colombo ebbe strappato all'Oceano i suoi terrori, e che Copernico ebbe insegnato quella fiducia, nella potenza della ricognizione, che fondasi sulla persuasione intima, altri uomini eminenti s'armarono di coraggio, per travagliarsi nell'escogitare le altre ragioni intellettuali.

Di già esisteva la forza che doveva propagare in tutte le branche della scienza il potente impulso che le si era dato. Come il sangue dal cuore riceve quel moto da cui ogni corporale attitudine dipende, così l'invenzione di Gutemberg comunicò al riformantesi organismo dello spirito vita attiva e calore (1).

In seguito alla fondazione di numerose università in Europa (2), ed alla propagazione della scienza greca nell'Occidente, dopo la conquista di Costantinopoli fatta dai Turchi (1453), l'attenzione degli uomini si rivolse ai tesori intellettuali lasciati dai Greci e dai Romani. Le opere classiche degli antichi diffusero, come fa il sole, una luce vivificante; ed allorchè i sapienti cominciarono a far tesoro di questi inarrivabili esemplari, e a conformarsi ad essi, allora solo si migliorarono le facoltà del loro intelletto: lo studio degli antichi, conducendo all'esame critico di tut-

(1) Nell'anno stesso (1436), in cui nacque Cristoforo Colombo, Gutemberg inventò la stampa.

(2) Oxford 1300; Praga 1347; Vienna 1384; Heidelberg 1385; Cologna 1388, Erfurt 1392; Cracovia 1401; Virzeburgo 1406; Lipsia 1409.

to ciò che essi ne avevano trasmesso, infranse le catene delle scolastiche sofisticherie.

Nella natura fu riconosciuta una sorgente inesauribile di conoscenze pure; essa appariva come un Atlante novellamente scoperto in quel mare d' ignoranza in cui lo spirito si era sommerso.

Non ordinarie cose furono operate dalla natura, perchè la vittoria si assicurasse alla ragione nella pugna incominciata dallo spirito delle nazioni europee, risvegliate alla propria coscienza, contro qualunque ostacolo, e segnatamente contro la prepotente superstizione, che sembrava non si potesse più esterminare. Un gran numero di sommi uomini si seguirono l' un dopo l' altro in una serie non interrotta, insino a che la grande opera fu compita ed assicuratone il successo. Cento anni dopo Copernico nacque Keplero, e Newton vide la luce nell' anno stesso in cui morì Galileo.

Nella filosofia Teologica, il medio evo avea creata una scienza universale; e l' aveva fortificata con tutta l' autorità della credenza religiosa. Un errore nella scienza era perciò una eresia che a tutta possa si doveva sopprimere. Ma l' errore è momentaneo, la sola verità è durevole. E però l' errore altro non è che l' ombra gettata via dalla verità quando il corso dei suoi raggi dallo spirito torbido dell' uomo, come da corpo opaco, è trattenuto nel suo cammino.

Anche la Chimica camminava incontro ad una rivoluzione in quel notevole tempo; confusa con la medicina, essa si rivolse ad un altro scopo, e prese una novella direzione ed affatto distinta.

L' alchimia aveva fabbricate le armi delle quali la chimica si avvalse, onde conquistare nuovo terreno sulla medicina, e metter fine al sistema di Galeno che per tanti secoli aveva esercitato l' impero esclusivamente.

La grande e salutare rivoluzione che la medicina ebbe ad avere, il liberarsi dalle catene della scolastica che la tenevano inceppata, è dovuto alla ricognizione della insufficienza e della inesattezza di tutte le teorie che sino a quei tempi si professavano su la natura e le proprietà del mondo materiale.

La nuova luce fu un acquisto degli alchimisti; essi furono quelli che alle dottrine dei filosofi greci sulle cagioni dei fenomeni della natura dettero una nuova forma.

In tutt' i tempi l' uomo pensatore ha sempre tentato di rendersi conto dell' origine delle cose, e di procacciarsi degli schiarimenti sulla cagione delle proprietà di esse. Il processo più certo

da usare sembrava indubitatamente quello seguito dai matematici, i quali senza mezzi esterni studiavano le leggi e le proprietà delle figure matematiche. È questa in verita la via che i filosofi greci avevano prescelto per arrivare alla conoscenza dei fenomeni naturali. Essi considerarono le molte e varie proprietà dei corpi come altrettante cose per sè stesse, e cercarono per mezzo dell'intelletto di rannodare le osservazioni fatte, e di rinvenire quelle proprietà che sono comuni a tutt'i corpi.

La generazione e le proprietà di ogni cosa suppongono, secondo Aristotile, tre cagioni fondamentali. La prima è la materia senza proprietà (ὕλη); la seconda è la cagione, o le cagioni che danno alla materia le proprietà, e sono comprese nella idea della forma corporale (εἶδος). La terza è una o più cagioni (forze, nel senso però che noi accordiamo alle parole, forza medicinale, forza di nutrizione), le quali alterano la materia privandola di queste proprietà (στέρησις, privazione); ciò che precede i cambiamenti delle proprietà della materia è la cagione (το ποιοῦν, l'agente), ciò che siegue siffatti cambiamenti è l'effetto (τέλος, lo scopo).

Questo modo di vedere, che le proprietà, cioè, delle cose materiali somiglino a'colori per mezzo dei quali il pittore alla bianca tela dà la proprietà di un dipinto, ovvero somiglino agli abiti che si mettono e si levano, e che danno la forma all'uomo, è stato il fondamento dell'alchimia e del primo sistema scientifico in medicina.

Senza far uso di altri mezzi, con la sola percezione dei sensi, riuscirebbe difficile, anche al più acuto intelletto, di distinguere più di quattro proprietà che si trovino di appartenere a tutt'i corpi tangibili.

Agli organi della vista e del gusto i corpi presentano una immensità di differenze; ve ne sono di quelli colorati ed altri senza colori; ve ne sono di quelli che hanno sapore o odore, ed altri che sono insipidi, o senza odore.

Ma tutt'i corpi sono umidi o secchi, caldi o freddi. Tutto ciò ch'è tangibile possiede due tra queste proprietà. Un corpo è solido o liquido ed ha una certa temperatura.

Queste proprietà, dice Aristotile, sono evidentemente opposte le une alle altre; poichè il freddo può essere distrutto dal calore, ed il secco dall'umido. Ma per l'azione simultanea di due proprietà non contrarie, p. es. del secco e del freddo veggonsi nasce-

re dei corpi solidi; per l'umido, o per il caldo, questi diventano liquidi o aeriformi. Chiari si scorgono da ciò i rapporti ch' esistono tra queste differenti proprietà. Non solamente lo stato e la natura calda e fredda, ma pure la maggiore o minore densità, sono determinate da queste proprietà fondamentali; il freddo è la cagione della densità, poichè esso avvicina le particelle materiali; la poca coerenza è cagionata dal calore che discosta le particelle le une dalle altre. Tutte le altre proprietà sono in un rapporto definito con le quattro proprietà fondamentali; e però il calore, l'odore, il sapore, lo splendore e la durezza dei corpi, soffrono un'alterazione mercè un aumento, o per una sottrazione di umidità, di calore, di secchezza, o di freddo.

Egli è chiaro, dice Aristotile, che tutte le proprietà dei corpi tangibili che pei sensi si possono percepire sono *dipendenti* da queste quattro proprietà fondamentali; se una di esse varia, variano ancora le altre tutte; dal che siegue essere evidente che queste ultime sono determinate dalle quattro proprietà fondamentali, e che quattro sono le proprietà elementari. La verità di cosiffatte astrazioni non si potrebbe contrastare, in quanto abbracciano le proprietà dei corpi riconoscibili con la semplice percezione. La differenza tra questa opinione e le attuali nostre idee consiste in ciò, che noi attribuiamo lo stato liquido, solido, e gassoso, come altresì la temperatura, a due cause contrarie in luogo di quattro. Anche oggigiorno noi riteniamo che tutte le proprietà fisiche dei corpi dipendono, in una proporzione determinata, dalla forza di coesione, e da quella del calorico.

« Tra quattro cose, dice Aristotile, sei combinazioni binarie o coppie a due sono possibili. Ma l'accoppiamento di due proprietà contrarie, che si distruggono l'una l'altra, come quelle del freddo e del caldo, dell'umido e del secco, non può essere percepito dai sensi. Non restano dunque che quattro combinazioni, e queste si accordano con i quattro corpi di cui si compone la massa terrestre. La terra come rappresentante il solido è fredda e secca; l'acqua è fredda ed umida; l'aria è umida e calda; il fuoco è caldo e secco. Per cosiffatto accoppiamento, dunque, si producono i quattro elementi materiali, i quali danno origine a tutti gli altri corpi, ed essi sono contenuti in tutti. Le varie differenze tra le proprietà degli altri corpi dipendono unicamente dalla proporzione in cui i quattro elementi ritrovansi uniti; l'elemento preponderante comunica le sue proprietà al corpo. »

Come la figura quì sotto ve lo fa vedere, due corpi elementari hanno di comune sempre una delle proprietà fondamentali.

Da ciò si ricava con evidenza che quando dal freddo al corpo aeriforme vien tolta la proprietà elementare del caldo, l'aria può essere convertita in acqua; e nel modo identico l'acqua può essere convertita in aria per il caldo, ed in terra per il secco.

Il fuoco, secondo Aristotile, racchiude in sè l'idea della chiarezza e della sensazione, l'acqua e l'aria quella della trasparenza, la terra quella dell'opacità. I colori si producono pel miscuglio del fuoco e della terra, vale a dire della chiarezza e della oscurità. La trasparenza del cristallo di rocca proviene dall'acqua (la limpidezza di un diamante chiamasi anche adesso *acqua*). Ma l'acqua è ancora una parte essenziale degli occhi, come l'aria è il fondamento dell'udito; l'aria e l'acqua sono dell'odorato; come la terra lo è del tatto. Il sapore è determinato dall'umidità; più le parti sapide aderiscono alla lingua, più il corpo è amaro; più esse si dissolvono, più il corpo è salato. Laonde quando le parti sapide vengono riscaldate e per esse le parti della bocca, si produce il sapore acre; quando esse entrano in fermentazione e sviluppano delle bolle, il sapore diventa acido.

In tutti questi casi vedesi che una proprietà fisica ben conosciuta e vera delle cose che agiscono sopra i sensi è stata sempre considerata come la causa o la condizione del fenomeno. Ciò che negli effetti si scorgeva si riconobbe come causa degli effetti. La spiegazione di un fenomeno osservato in natura consisteva nella semplice descrizione delle sue proprietà.

Queste dottrine dei filosofi greci servirono a Galeno di fon-

damento per edificarvi sopra il primo sistema teoretico dell'arte medica.

Secondo Galeno, tutte le parti del corpo organizzato nascono dal miscuglio delle quattro qualità elementari che vi si trovano unite in proporzioni differenti. Nel sangue esse sono uniformemente mischiate; nel muco predomina l'acqua; nella bile gialla il fuoco; nell'atrabile la terra. Sulle prevalenze di questi quattro succhi cardinali riposano i quattro temperamenti.

La salute è uno stato di equilibrio, determinato dalla buona e necessaria qualità delle parti omogenee (organi) e da un giusto miscuglio degli elementi. Nella malattia queste proporzioni trovansi disturbate: la malattia è uno stato contro natura della forma o del miscuglio.

Per effetto di una disproporzione nelle proprietà elementari, gli umori si ritrovano in uno stato di riscaldamento, di raffreddamento, di umidità, o di secchezza. Quando il movimento degli umori è in ristagno e la traspirazione trovasi impedita, allora gli umori si corrompono e le differenti febbri si producono. Il calore non naturale proprio della febbre è la conseguenza di cosiffatta corruzione. La putrefazione del muco, quella della bile gialla e dell'atrabile producono le febbri, che si rinnovano ogni primo, terzo, o quarto giorno.

Sulle proprietà fondamentali inerenti nelle medicine riposano altresì, secondo Galeno, le virtù di esse, che sono calde o fredde, umide o secche. Una medicina, secondo la proporzione in cui contiene la proprietà fondamentale del caldo, può produrre un calore più o meno sensibile, ossia un riscaldamento più o meno forte; ciascuna qualità possiede quattro somiglianti gradi di efficacia. Le sostanze di un sapore arzente sono dei medicamenti caldi; quelli di un sapore rinfrescante sono dei medicamenti freddi.

La guarigione o il ristabilimento della salute riposa, secondo Galeno, sul ritorno dell'equilibrio, aggiungendo le qualità mancanti, e riducendo le qualità predominanti.

In questo sistema logico, le malattie e gli effetti dei medicamenti sono ridotti ad un piccolissimo numero di cause. Le malattie, come i medicamenti, si trovano ordinati in un dato numero di classi; conosciuta che si è la classe a cui una malattia appartiene, il medico rinveniva nella classe opposta dei medicamenti i mezzi opportuni a ripristinare la salute. Si conosceva donde la malattia veniva, e si sapeva perchè il rimedio operava la guarigione.

L'arte sperimentale, ossia la via della esperienza, che aveva condotto Ippocrate di Coo ad una ricca messe di osservazioni e ad un'ammirabile dietetica, fu così sostituita da una teoria, la quale rannodava i fatti, li coordinava e li spiegava. Il procedere dell'artista di Coo si poteva apprendere con l'imitazione; il nuovo sistema si adattava assai meglio all'insegnamento, e facilitava lo studio.

I filosofi greci, come Galeno, non avevano alcuna idea delle proprietà particolari che rendonsi visibili quando dei corpi eterogenei vengono in contatto gli uni con gli altri.

L'idea sulla quale Galeno fondò il suo sistema, come facilmente si vede, è identica a quella che serviva di guida agli alchimisti; questa è l'idea della trasmutabilità dei corpi elementari per l'addizione o la sottrazione delle qualità elementari. Lo splendore, il colore, la resistenza al fuoco e la volatilità, come essi credevano, potevano essere tolte o sostituite, aumentate o diminuite. L'oro era il metallo più perfetto, e non gli si poteva aggiungere alcuna proprietà, perchè le possedeva tutte; tra i metalli esso rappresentava l'uomo allo stato di salute. « Portatemi, esclama Geber, i sei leprosi (l'argento, il mercurio, il rame, il ferro, il plombo e lo stagno), affinchè io li guarisca! » L'ottone era l'oro ammalato, il mercurio era l'argento ammalato; per mezzo della medicina del terzo ordine si potevano convertire in oro, vale a dire guarirli.

La produzione dell'oro era assimilata al generarsi degli animali, o alla genesi ed al crescimento delle piante. Raimondo Lullo paragona la preparazione della pietra filosofale alla digestione, alla produzione del sangue e alla secrezione degli umori organici.

Nelle loro operazioni gli alchimisti avevano osservati certi dati particolari nelle proprietà dei corpi, che non erano conosciute dai filosofi greci, o di cui questi non avevano tenuto alcun conto. Così coll'andare del tempo, agli elementi di Aristotile eransi aggiunti tre nuovi elementi, sulla esistenza dei quali nessuno più dubitava. Alle quattro cause delle proprietà fisiche si aggiunsero tre cause fondamentali delle proprietà chimiche più generali, cioè: il *mercurio*, il *solfo* e il *sale*.

Il solfo ordinario ed il mercurio vennero così ad esser considerati come vere parti costituenti di tutt'i metalli, e con ciò non si faceva se non conformarsi alla credenza dei tempi antichissimi, in cui si attribuivano a spiriti invisibili le attività che non si

potevano percepire dai sensi, come a degli esseri tangibili le proprietà percepite da'sensi. Così si attribuivano alla presenza del solfo e del mercurio nei corpi talune proprietà particolari, come più tardi si attribuiva, la causticità della calce e degli alcali ad un principio chiamato *caustico*, l'odore particolare di certi corpi allo *spirito rettore*, l'acidità degli acidi ad un acido primitivo.

Il linguaggio volgare che fugge le idee astratte vi spiega perchè, in sul cominciamento delle ricerche scientifiche, taluni rapporti o certe proprietà dei corpi si attribuivano a delle cause materiali. Lo stesso Lavoisier non poteva rinunziare all'idea di un *acido primitivo*: egli ritenne l'ossigeno come il generatore di quest'*acido primitivo*, ed anche ne'tempi posteriori a lui, molti chimici considerarono l'idrogeno come la causa determinante delle proprietà acide degli acidi.

Intanto a poco a poco il solfo ed il mercurio reale furono sostituiti, nella mente degli alchimisti, da un solfo e da un mercurio immaginato, da cose cioè ideate, che si credettero capaci di riunire un insieme di proprietà. Più tardi, queste cose ideate si trasformarono esse stesse in qualità elementari.

Una quantità di corpi possedeva la proprietà di volatilizzarsi col fuoco, senza che perdessero perciò tutti gli altri loro caratteri; essi si sublimavano come l'arsenico, o si distillavano come il mercurio. Un'altra serie era volatile al fuoco ed alterabile come il solfo. Infine, la terza serie era alterabile e resistente al fuoco, come i *sali* delle ceneri. Le parole, solfo, mercurio, arsenico e sale, come sopra abbiamo detto, divennero finalmente delle idee astratte degli elementi semplici, nel senso degli elementi aristotelici.

Nel modo appunto con cui noi parliamo della forma di un pensiero, senza che pensassimo ad una forma materiale, si esprimevano in quei tempi i concetti semplici per mezzo degli oggetti materiali, senza che per questo si fosse inteso di significare altro che delle proprietà. I nomi di questi oggetti divennero dei nomi che significavano il rannodarsi di talune proprietà, ed anche nei giorni nostri noi ci serviamo di essi, con la differenza però che noi vi aggiungiamo il vocabolo *forza*, come per esempio *forza catalittica*, per indicarne ancora la natura immateriale.

Parlando dell'alcool, Basilio Valentino si esprime così: « Quando si accende dell'acquavite rettificata, il mercurio ed il solfo si separano; il solfo brucia calidissimamente, poichè esso è

tutto fuoco, e così il tenero mercurio vola nell'aria e ritorna nel suo caos. »

L'alcool era un mercurio vegetale contenente solfo; il che voleva dire, ch'esso era infiammabile e volatile.

L'idea semplice che si avevano formata della *combustibilità* (solfo), *della resistenza al fuoco* (sale) e della *volatilità* (mercurio), perdette il suo significato, allorchè certe altre proprietà particolari dei corpi combustibili, fissi, e volatili, si vennero, a misura che furono osservate, a confondere con essa; e da ciò provengono le espressioni composte: Mercurio oleoso, grasso, terroso; Solfo oleoso, grasso, terroso, facilmente infiammabile, difficilmente infiammabile; Sale terroso, fusibile, vetroso; Terra combustibile, grassa, oleosa e mercuriale, ec. Per essersi l'idea troppo estesa ed allargata, non poteva più esprimere ciò che in essa si osservava, ed allorchè Boyle prese conto del *solfo*, del *mercurio* e del *sale* degli alchimisti, questi elementi non esistevano più; l'idea era già fuori della sua durata. Molto tempo dopo, il vocabolo *solforoso* serviva ancora per dinotare le proprietà *asfissianti* di un gas, e quello di *calcinazione* per indicare la combustione di una sostanza resistente all'azione del fuoco, vale a dire che l'uno partecipava delle proprietà del solfo ardente, e l'altra di quelle della pietra calcare.

E così facciamo anche ai nostri giorni; perchè non è più possibile di dare una definizione di un acido o di un sale, la quale includesse in se tutt'i corpi indicati con questi nomi. E però noi abbiamo degli acidi che non hanno sapore, che non arrossano i colori vegetali, e non neutralizzano gli alcali; ne abbiamo di quelli che contengono ossigeno senza idrogeno, e degli altri ancora che contengono idrogeno senza ossigeno. Il senso del vocabolo *sale* è stato talmente rimutato che il sale marino, questo sale dei sali, il quale ha dato il suo nome a tutti gli altri, ha finito per essere escluso dalla serie dei sali propriamente detti.

Si vede da ciò, come una idea semplice e definita perde a poco a poco la sua precisione quando altre idee le vengono aggiunte. In luogo di un'idea insufficiente noi troviamo, dal momento che ci mettiamo a distinguere, un certo numero di novelle idee meglio definite. Egli è possibile che la idea primitiva possa perdersi fino nel nome, e forse un giorno non si troverà più nè acidi, nè sali, nel modo stesso che non si trovò più, nè solfo, nè mercurio; allorchè non se ne aveva più bisogno, tutto il mondo

ne aveva ammesso l'esistenza, ma non si ricercarono realmente che quando essi erano già divenuti inutili.

Gli elementi chimici, come ben si comprende, non si potevano isolare per renderli visibili, appunto perchè essi indicavano semplicemente delle qualità. Nessuno poneva mente a volerli ottenere; si consideravano come altrettante parti costituenti e comuni a tutt' i corpi.

Tra i corpi organici e le sostanze minerali non si faceva distinzione alcuna; la differenza che vi si osservava credevasi originata da un contenuto ineguale di elementi. L' aceto trovavasi classificato tra gli acidi minerali; l'alcool, o spirito di vino, stava accanto al bicloruro di stagno, o spirito di Libavio, ed il cloruro di antimonio o butirro di antimonio, accanto al butirro di vacca.

Al tempo di Geber, l'azion chimica fu rassomigliata ad una azione organica; al xiii secolo, si cominciò a credere che il processo vitale fosse analogo all' azione chimica. Nei primi tempi si credeva che i metalli si sviluppassero da semenze, come le piante: più tardi si ritenne, che il processo chimico producesse la semenza. I processi della fermentazione e della putrefazione furono considerati dagli antichi come le cause della produzione di piante e di animali; mentre al contrario oggigiorno taluni fisiologi e patologi ritengono lo sviluppo e la produzione di animaletti e di piante come la causa della fermentazione e della putrefazione (1).

Le idee e le osservazioni sulla natura non possono essere rese intelligibili alla mente umana, se non coll' aiuto d' immagini o di nozioni che s' improntano dalla scienza stessa della natura, e che portano la sua veste. Ove si rifletta, che dal xiii insino al xv secolo tutto ciò che si sapeva della natura e delle sue forze si riduceva all' alchimia, alla magia, ed all' astrologia, si spiega facilmente come a poco a poco le parole usate dagli alchimisti abbiano potuto introdursi nella lingua volgare, per dinotare le cose comuni della vita. I fenomeni della vita organica, la vita stessa, la morte, la risurrezione, si resero più intelligibili nel linguaggio dell' alchimia, val quanto a dire, che essi furono definiti scientificamente solo nella lingua della scienza, e questa scienza era l' alchimia.

» Noi poveri uomini, dice scioccamente Basilio Valentino,

(1) E ciò, chi ne avesse vaghezza, potrebbe vederlo nell' esempio del caprifichi. — *Trad.*

saremo dalla morte, che ben meritiamo per i peccati commessi in questo mondo, posti a macerare nel terreno e rimarremo nella terra fino a tanto che non saremo putrefatti e corrotti dal tempo. Ma infine svegliati dal calore e dal fuoco celeste saremo rifatti puri ed innalzati alla sublimazione ed alla esaltazione dei cieli, poichè le fecce, i peccati e le impurità si saranno da noi del tutto separate. » (Kopp. II 236).

Fu anche lodata l'alchimia per l'allegoria bella e sublime a cui si presta rispetto alla risurrezione dei morti. « Poichè nel modo stesso, come il fuoco estrae da ogni materia il migliore e lo separa dal cattivo, estollendo lo spirito dal corpo, in guisa che quello occupi le parti superne, mentre la materia come corpo morto rimane nel fondo, Iddio nel giorno finale separerà col suo giudizio, e come per fuoco, gli empii e gl'ingiusti dai giusti e buoni. I giusti saliranno sù in cielo, e gl'ingiusti se ne ritorneranno giù nell'inferno ». (Kopp. II 238).

Non prima del XIII secolo surse l'idea delle virtù sanative e rinnovanti della pietra filosofale. Essa nacque dall'opinione, che il processo vitale altro non fosse se non un processo chimico. Per mezzo della pietra filosofale si potevano guarire i metalli delle loro infermità e render loro la salute, cioè trasmutarli in oro; era quindi una cosa del tutto naturale il supporre, che dovesse quella pietra esercitare un effetto simile sul corpo dell'uomo. Arnoldo da Villanova, Raimondo Lullo, Isacco Ollando, vantarono a gara le virtù sanative della pietra filosofale. Nel suo *Opus Saturni*, Ollando prescrive: « Che se ne metta nel vino quanto è un granello di frumento e si faccia bere all'ammalato. L'effetto penetrerà nel cuore e si estenderà su tutti gli umori. L'infermo suderà molto, ma non perderà delle sue forze, e che al contrario diventerà sempre più lieto e vigoroso. Che si replichi questa dose ogni nove giorni, e sembrerà al paziente di non essere più un uomo, ma bensì uno spirito. Egli si sentirà di animo così come se fosse per nove giorni nel Paradiso e si cibasse dei suoi frutti. » Salomone Trismosine pretende di essersi ringiovanito, trovandosi in età molto avanzata, mediante un grano di pietra filosofale; la sua cute gialla e rugosa sarebbe divenuta liscia e bianca, le guance gli si sarebbero arrossate, i suoi capelli grigi sarebbero ridivenuti neri, il suo dorso curvo si sarebbe raddrizzato. Asserisce in oltre di aver ridonata tutta la giovinezza a donne di 90 anni, alle quali aveva somministrato la pietra filosofale.

Dopo che si fu perfezionata l' idea delle virtù sanative della pietra filosofale qual rimedio universale, si pervenne per la via più naturale all' applicazione di preparazioni chimiche in medicina. Da questa epoca incomincia un'era novella per la scienza chimica.

Se in effetti la pietra filosofale possedeva all' istesso grado la virtù di nobilitare i metalli comuni e di sanare le malattie, il corpo malato era un mezzo assai più comodo a poter riconoscere la *materia prima* e di saggiarne il grado di nobiltà durante la preparazione, poichè il numero delle malattie che una preparazione era capace a guarire n'era il segno più certo che si poteva desiderare. Più una preparazione sanava malattie, più le sue proprietà s'avvicinavano a quelle della pietra filosofale. La vera pietra doveva guarire tutte le malattie.

Il tesoro terapeutico della scuola di Galeno non conteneva medicamenti chimici, ma un sistema poggiato esclusivamente sulle sostanze organiche, di tal che, il muschio, il rabarbaro, il castorio, la canfora, il tamarindo, lo zenzero, la radice di zedoaria ed altre sostanze simili, n'erano i principali medicamenti. L'arte di preparare i farmachi consisteva nel saper ridurre queste sostanze in forma di sciroppo o di lattovario; le erbe, le cortecce e le radici s'amministravano agl' infermi in forma di decozioni o di polveri.

Sull'autorità di Galeno tutte le preparazioni metalliche erano state sino allora escluse dalla materia medica. Egli considerava le preparazioni mercuriali come assoluti veleni. Avicenna, in verità, aveva attribuito all'oro ed all' argento la proprietà di purificare il sangue, tuttavolta questi metalli si usavano solamente per ricoprire le pillole, ed anche alla fine del XV secolo l'applicazione esterna dell' unguento di mercurio trovò la più viva opposizione.

Per poco che si consideri come le opinioni di Galeno sulle cause delle malattie e sull' effetto dei medicamenti si fossero ritenute per tredici interi secoli quali verità incontrastabili, e come esse avessero acquistato tutta l'autorità degli articoli di fede, si potrà comprendere l'impressione che dovette fare sull' animo dei medici del XVI secolo la scoverta degli effetti veramente maravigliosi delle preparazioni a base di mercurio, di antimonio e di altri metalli. Un intero campo di nuove scoperte parve aprirsi alle investigazioni dalle idee degli alchimisti e dall' uso dei medicamenti chimici.

Nel sangue si riconobbe una proprietà che possedevano gli alcali; nel succo gastrico una proprietà che presentano gli acidi; si rinvenne e nell'uno e nell'altro un contrapposto, il quale corrispondeva esattamente alle opposte qualità ammesse da GALENO.

Al contatto degli acidi con gli alcali si formarono dei corpi nuovi, nè acidi, nè alcalini, ma dotati di proprietà distinte.

Negli alcali non caustici si riconobbe la proprietà di fare effervescenza con gli acidi, e ritenendo l'effervescenza come causa di tutte le fermentazioni queste sembrarono perciò spiegate.

Mischiando semplicemente degli acidi con gli alcali, si osservava uno sviluppo di calorico nei liquidi, senza che si verificasse di aver luogo una vera combustione. Lo sviluppo del calorico nel processo della respirazione sembrava di aver in ciò trovato la sua spiegazione.

Come potevasi più omai prestare fede alla teoria che GALENO aveva stabilita sui fenomeni della vita e sull'effetto dei medicamenti, quando si avevano le pruove manifeste della falsità delle sue opinioni sui metalli e sulle preparazioni metalliche; quando erasi scoperto che le proprietà de' corpi organici e gli effetti dei medicamenti riposano sopra certe cause fondamentali, che GALENO non aveva ammesse nelle sue spiegazioni, perchè gli erano ignote? Si riconobbe che da allora in poi bisognava nella spiegazione delle funzioni fisiologiche tener conto, non solo delle cause fondamentali che determinano le proprietà fisiche, ma ancora di quegli elementi dai quali dipendono le proprietà chimiche. I fenomeni vitali e gli effetti dei medicamenti dipendevano non solamente dalle proporzioni dell'umido e del secco, del caldo e del freddo, ma anche dalle proporzioni del sale, del mercurio, del solfo, degli alcali e dell'acido. Da cosiffatte nuove idee l'arte medica prese nuove forme.

Se dallo stato normale delle qualità *chimiche* dipendeva la salute, le malattie erano la immediata conseguenza dello stato anormale di esse. Con le qualità chimiche preponderanti nei medicamenti potevansi dunque arrestare le malattie e ridonare la salute agl'infermi.

Bisognava però, nella scelta dei medicamenti da adoperarsi, tenere particolar conto della natura *chimica* della bile, della saliva, del sudore, e della urina; era questo un progresso immenso. Si fece la importante scoverta che la qualità della urina stava in un rapporto diretto di dipendenza con le malattie; e siccome in

questo periodo della scienza tutti gli effetti erano ritenuti per le cause stesse, i sedimenti dell'urina (il tartaro) furono presi come cause di molte malattie.

La mente di Paracelso dette forma alle idee di quel tempo. A Basilea egli gittò solennemente nelle fiamme le opere di Galeno e di Avicenna; e da quel momento tutta la influenza di essi andò perduta.

» Si è abbandonata la natura, disse Paracelso, per applicarsi a dei sogni insignificanti. » Egli faceva appello perciò all'aperto libro della natura, *scritto dalla stessa mano di* Dio. « Il sole, diceva egli, e non già una misera lucernella da camera ci deve somministrare la vera luce; gli occhi che si dilettano dell'esperienza sono i veri professori; la natura non ha niente di falso; essa è giusta ed intera; la mania di scriver libri, e le opere fantastiche degli uomini hanno prodotto il ciarlatanismo e la confusione. « E nel suo *Paragranum* egli comincia così: « Seguitemi, io non verrò a voi, Avicenna, Rasete, Galeno, Mesur! Seguitemi, io non verrò a voi, voi di Parigi, di Montpellier, di Misnia, di Cologna, di Vienna, voi abitanti delle sponde del Danubio e del Reno, voi popoli delle isole del mare, voi Italiani, Dalmati, Ateniesi, Greci, Arabi, Israeliti, seguitemi, io non verrò a voi, mia è la Monarchia! »

In Paracelso si riflettono tutte le idee, tutti gli errori del suo tempo. In lui una potenza gigantesca lotta contro l'inceppamento esterno. Egli ha l'istinto della retta via, ma non ne ha la coscienza. Invano egli la cerca nel deserto che lo circonda; da ciò le sue contraddizioni e le sue incoerenze. — Ma la sua parola assegna la direzione ad un intero secolo. « La vera applicazione della chimica, dice egli, non consiste nel fare dell'oro, ma bensì nel preparare medicamenti. »

Per mezzo di Paracelso la chimica passò dalle mani dei preparatori dell'oro in quelle dei medici che erano assai più colti ed istruiti; e siccome egli ed i suoi successori preparavano da se stessi i medicamenti, la conoscenza dei principi e delle operazioni chimiche formavano da quel tempo i requisiti principali del medico.

Nel corso del xvi e del xvii secolo le spiegazioni si rannodavano tuttavia intorno all'esistenza di certe qualità misteriose, insino a che dell'esperienze più estese condussero alla importante verità, che la materia è inseparabile dalle sue proprietà: quanto a noi non possiamo più immaginarle separate.

Molto tempo dopo PARACELSO si credeva ancora che le operazioni chimiche producessero sui medicamenti lo stesso effetto che la digestione su gli alimenti da cui formasi il sangue. Per tre sublimazioni del sublimato corrosivo col mercurio metallico si otteneva il calomelano, per nove sublimazioni la panacea mercuriale.

Le cause fondamentali spiritualizzanti, le quali, secondo PLATONE, determinano le attività vitali, son rappresentate pei discepoli di PARACELSO da quel principio da cui l'uomo riceve la vita (*Archeo*), che ha la sua sede nello stomaco, e che, dotato di tutte le passioni umane, regge la digestione, i fenomeni del movimento e le disposizioni dell'anima.

La moderna medicina professa un profondo disprezzo per le teorie di PARACELSO e dei suoi seguaci: essa le considera come altrettante aberrazioni dello spirito, le quali non hanno maggior valore di quello che hanno le idee degli alchimisti sulla trasmutazione dei metalli. Ma pure comparando le attuali teorie sulle cause delle malattie e sui metodi curativi, il naturalista, fiero delle vittorie intellettuali conseguite dalla verità, sentirassi profondamente umiliato alla vista quotidiana di tante contraddizioni, e che si crederebbero impossibili, se in effetti non esistessero. Poichè ancora oggigiorno, non meno che in quei tempi, il metodo di GALENO e quello di PARACELSO dominano nello spirito della maggior parte dei medici, e persino, nel modo di esprimersi, le opinioni sono rimaste le stesse. L'*Archeo* del XVI secolo è divenuto, al XVIII ed in sul principio del XIX secolo, la forza vitale dei filosofi della natura; ed anche adesso continua ad esistere nella mente di molti, sotto la forma di forza vitale, come una specie di agente universale. Sullo stato della teoria medica non s'illuderà chi riflette, che nei nostri giorni, in cui i veri principî delle investigazioni scientifiche sembrano spandere come tanti soli la loro luce chiara e manifesta, certe dottrine in medicina han potuto svilupparsi, sulle quali i nostri posteri penseranno un giorno esser cosa incredibile che fossero esistite.

Come mai potrassi ammettere che la maggior parte degli uomini colti e distinti del nostro tempo fossero più illuminati su' fenomeni della natura e delle sue forze che i jatrochimici del XVI secolo, quando si vedono centinaia di medici, che hanno fatto i loro studi nelle nostre università, professare dei principî che urtano con ogni esperienza ed ogni buon senso? quando si veggono attribuire gli effetti dei farmachi a talune forze o qualità che

lo stropicciamento e l'agitazione potessero mettere in movimento, rinforzare e comunicare ad altre sostanze inefficaci? quando si vede, in fine, questi stessi medici ritenere per fermo, che le leggi generali della natura, che non fanno eccezione alcuna, non si verificassero più nei medicamenti, supponendo che i loro effetti fossero altrettanto più energici quanto più essi fossero divisi e che contenessero meno materia attiva? In verità si potrebbe credere che, tra le scienze che hanno per oggetto la ricognizione della natura e le sue forze, la medicina quale scienza induttiva occupasse l'infimo grado. Come taluni agricoltori aspettano la loro prosperità da un nuovo aratro, da una nuova macchina per seminare, da un nuovo concime, o da un nuovo metodo di coltura, (quantunque questi mezzi, qualora non sono accompagnati dai veri principî di agricoltura, altro non facciano che dilapidare le ricchezze dell'agricoltore e rovinarlo anche più presto di quello che sarebbe ciò accaduto senza il concorso di essi), così più di un medico stima come unico progresso il perfezionamento della parte tecnica della sua scienza.

In un nuovo medicamento, in un nuovo metodo di cura, in una immaginata ripristinazione della composizione del sangue o dell'urina, un medico di tal fatta non crede di trovare dei mezzi semplici ed atti a rimuovere un ostacolo incontrato sulla via, ma bensì la sferza di cui il vetturino si serve onde far passare al di sopra dell'ostacolo il cavallo, quando col suo pesante carico non può più procedere oltre; e quando per caso la natura si aiuta da se stessa, il medico vuol farci credere che questa sferza sia stata appunto la forza ed il mezzo per cui si è ripristinata la salute. Tutte queste cose sono utili, e forse necessarie ancora; ma non vengono adoperate a rimuovere le difficoltà per il comodo di tutti quelli che ci seguiranno, ma servono semplicemente a poter nei singoli casi vincere le difficoltà nel modo più facile.

Quello che la fantasia trova più vicino, deve servire di ponte; se ad uno riesce di passarlo felicemente, lo lascia dopo crollare dietro di se, invece di mettere delle solide e durevoli fondamenta; se poi il passaggio non riesce, è la scienza che ne porta la colpa.

L'arte sperimentale crea degl'istrumenti, ma giammai per mezzo degl'istrumenti le esperienze raccolte sonosi innalzate a scienza.

I materiali atti alla costruzione dell'edificio abbondano a segno che si scovre appena il suolo sul quale esso deve innalzarsi,

ma gli architetti non s' intendono o meglio non sono di accordo sulla pianta. L'uno vuole l'edificio di legno, l'altro di legno e di pietra, il terzo di pietre e ferro. Due di questi materiali al certo debbonsi unire; ma anche tutti e tre debitamente adoperati ci darebbero un eccellente edificio, sempre però che si potesse far di meno degli operai, che lo vorrebbero fabbricare in aria, e con la sola paglia. Ecco perchè da venti secoli le fondamenta non sono ancora del tutto complete.

LETTERA V.

Per comprendere chiaramente l'ordine ammirando e la regolarità con la quale entrano i corpi tra loro in combinazione, bisogna rammentarsi ciò che il chimico intende per composizione o scomposizione. La ruggine del ferro, l'imbiancamento de' colori esposti all'aria, l'estrazione dei metalli dai rispettivi minerali, la produzione d'innumerevoli oggetti del commercio e dell'industria, nonchè quella de' farmachi, in una parola, tutte le forme nuove e i fenomeni che addimostransi ai sensi allorchè due corpi di natura diversa vengono posti tra loro a contatto, tranne pochissime eccezioni, poggiano sopra una composizione o scomposizione chimica.

Le ultime cagioni delle nuove forme e de' fenomeni sono appunto le forze chimiche, le quali da tutte le altre differiscono in ciò, che ci avvediamo dell'esistenza di esse per le loro manifestazioni unicamente allorquando i corpi trovansi in contatto immediato; e però ad ogni piccola e minima misurabile distanza non più manifestano effetto di sorta alcuna. Cotesta classe di fenomeni appartiene esclusivamente alla chimica; la gravità, la forza elettrica e la magnetica, come pure il calore, influiscono anch'essi sui chimici svolgimenti; ma quali forze che operano a distanze, e in quanto che producono dei movimenti, traslatazioni ed altri fenomeni, spetta alla fisica nel più stretto significato investigarne il carattere e le leggi.

Il ferro si ossida all'aria, il solfo ed il mercurio uniti cambiansi in cinabro; è appunto la forza chimica che si rende attiva tra le particelle del ferro ed una parte componente l'aria, o tra quelle del solfo e del mercurio; per essa si è operato lo scambio delle loro proprietà, essa è la cagione della produzione di un corpo con nuove e svariate proprietà, ossia di una *combinazione chimica.*

Dal cinabro riscaldato di unita al ferro ricaviamo di bel nuovo il mercurio; dalla ruggine di ferro arroventata insieme al carbone otteniamo nuovamente il ferro metallico; il cinabro scomponesi mediante il ferro, e la ruggine di questo per mezzo del carbone: la cagione non è mai altro se non la forza chimica, come l'effetto è il prodotto di una composizione: il ferro che isolava il mercurio si è combinato con il solfo, laonde invece del solfuro di mercurio abbiamo solfuro di ferro; il carbone, che dalla ruggine ferrosa ci fa sceverare il ferro in istato metallico, combinasi con quella parte costituente l'aria a cui il ferro ossidandosi si era congiunto.

La infinita quantità delle chimiche scomposizioni de' corpi composti, il segregamento di una delle parti costituenti di essi, son sempre condizionati da ciò, che un nuovo corpo intervenuto entra in combinazione con le rimanenti parti costituenti. È cosa evidente che, sotto date condizioni, siffatti corpi non potrebbero soffrire alcun cambiamento nelle loro proprietà, se quella cagione, da noi detta forza chimica, non operasse efficacemente tra le particelle di essi.

Con un modo affatto contrario all'uso grammaticale ed alla significazione della parola, la forza chimica si è chiamata *affinità.* Dicesi che due corpi abbiano dell'affinità tra loro allorchè, messi a contatto, abbian la facoltà di combinarsi insieme. Una tale espressione sarebbe del tutto falsa se con ciò si volesse dire che tali corpi sieno tra loro affini.

I 61 corpi semplici posti alla rinfusa sopra una tavola potrebbero anche da un fanciullo secondo l'aspetto di loro venir collocati in due grandi serie, in una delle quali i componenti hanno l'apparenza metallica, e nell'altra i singoli individui mancano di questo aspetto. La prima abbraccia i metalli e la seconda i metalloidi. Queste grandi divisioni poi, dietro l'analogia di altre loro proprietà, lasciansi suddividere in gruppi minori, in ognuno de' quali dobbiamo supporre riuniti i corpi che maggiormente si approssimano. In modo egualmente analogo i corpi composti mo-

strano delle somiglianze o differenze nelle loro proprietà, ed ordinandoli tutti per famiglie, ovvero riunendo quelli che nascono da' medesimi genitori, troveremo che i membri di una stessa famiglia mostrano pochissima e talvolta neanche la minima disposizione a formare tra loro nuovi composti; essi sono omologhi per le proprietà, ma non hanno attrazione o affinità tra di loro; quanta maggior differenza poi passa tra le proprietà de' membri di due famiglie, tanto maggiormente manifestasi tra essi l'attrazione.

Così le combinazioni tra due individui della stessa famiglia posseggono in grado costante, e talvolta anche in grado eminente e facili a riconoscersi, le virtù e vizi della famiglia a cui appartengono; ma se due membri di famiglie del tutto distinte si ammogliano, nascerà un nuovo essere in cui non sono più riconoscibili i genitori.

Così il ferro ed il mercurio (due metalli) trovansi per albero genealogico assai più vicini che il ferro e il solfo, o il mercurio ed il solfo (un metallo ed un metalloide). In una combinazione dei due primi se ne rileva subito l'origine, ma chi mai potrebbe supporre nel cinabro combinato allo zolfo giallo infiammabile quel metallo liquido ed argenteo? Da ciò derivano nelle combinazioni puranche diversi gradi di affinità, con cui sempre dinotasi l'ineguale capacità e la inegual tendenza delle loro parti ad entrare insieme in combinazione. Ora su questi diversi gradi di attrazione sono poggiate tutte le scomposizioni.

Abbiamo detto di sopra ch'è di precisa necessità, per la manifestazione dell'affinità chimica, che le particelle de' corpi tocchinsi, ovvero sieno tra loro avvicinate in distanze incommensurabilmente piccole. Ora è noto a chiunque l'effetto che il calorico produce sui corpi. Un chiodo di ferro per quanto sia fermamente conficcato nella parete a poco a poco rilasciasi, ed infine se ne stacca. In tempo di està il ferro trovasi più riscaldato che nell'inverno; esso dilatandosi muove con gran forza il legno e le pietre che lo circondano; nell'inverno poi esso si restringe; ma però assai di più delle legna, o delle pietre. La dilatazione mercè il calorico presuppone che le particelle di un corpo allontaninsi tra loro, ed il restrignimento, mercè il freddo, che raccostinsi. Or siccome una certa vicinanza delle particelle è condizione essenziale alla manifestazione dell'affinità chimica, intendesi con facilità che una moltitudine di chimiche composi-

zioni venga disciolta nelle sue parti costituenti pel solo effetto del calorico; e ciò ha sempre luogo allorquando la distanza delle particelle arriva ad oltrepassare la sfera della loro chimica attrazione. Da ciò si origina necessariamente una disgregazione; diminuendo il grado di calore, le particelle avvicinansi di bel nuovo, e ad un certo punto di avvicinamento entrano nuovamente in combinazione.

Possiamo ammettere che a temperature per noi incommensurabilmente alte possansi trovare nello spazio stesso dei corpi che non si combinano tra loro, non ostante che abbiano la più dichiarata reciproca affinità, e ciò appunto perchè il calore la paralizza ponendo ostacolo alla sua manifestazione.

Così, senza alcun dubbio, le parti costituenti la nostra terra erano ordinate in tutt'altra guisa al tempo in cui questa godeva di una temperatura straordinariamente alta, e non sarebbe idea strana ammettere che si trovassero in una confusione come in un caos, e che le medesime siensi ordinate nei presenti minerali e nelle diverse specie di rocce soltanto allorchè la temperatura erasi diminuita mercè il raffreddamento.

Immaginiamoci ora tutti gli elementi del globo terrestre per effetto di un gran calore tramutati nello stesso stato in cui trovansi alla temperatura ordinaria dell'aria l'ossigeno e l'idrogeno; la terra diventerebbe un immenso globo di gas, i quali mischierebbonsi da per tutto in modo uniforme, senza entrare tra loro in combinazione, nella guisa stessa che ciò appunto si verifica per l'ossigeno e l'idrogeno, non ostante la grande affinità che essi hanno l'uno per l'altro. A 350 gradi il mercurio combinasi coll'ossigeno dell'aria, formando una polvere rossa cristallina; a 400 gradi cotesta polvere riducesi in gas ossigeno e vapore mercuriale.

Se facciamo fondere in un crogiuolo una mescolanza di ferro e di piombo con lo zolfo, il ferro distaccasi dal piombo e si unisce allo zolfo; fintanto che rimane una traccia di ferro nel piombo, niuna particella dello zolfo uniscesi a questo, ma soltanto al ferro: poscia che tutto il ferro si è unito allo zolfo, questo uniscesi infine al piombo. Come di leggieri si scorge, entrambi i metalli hanno affinità con lo zolfo, ma quella del ferro è assai maggiore di quella del piombo; onde avviene, come appunto si pratica in grande, che il solfuro di piombo, qual rinviensi in natura (la galena), si fa fondere di unita al ferro, il piombo fuso si separa nello stato

puro metallico, e il ferro combinasi con il solfo con cui ha molto maggiore affinità.

In simil guisa il ferro scaldato al rosso scompone il cinabro e ne scaccia il mercurio combinandosi con lo zolfo; però in tal caso l'affinità del ferro per lo zolfo non è la sola causa della scomposizione. Nessuno finora ha veduto il mercurio nello stato incandescente, come per esempio il ferro nella fucina del fabbro; mentre che il ferro arroventandosi non abbandona il fuoco, il mercurio tramutasi invece sotto le circostanze stesse in un vapore invisibile; in virtù del calorico le sue parti acquistano la facoltà di prendere lo stato gassoso: ora un tal privilegio è poggiato sulla facoltà o tendenza delle sue parti di respingersi a certe temperature e di mettersi a distanze maggiori le une dalle altre, e siffatta tendenza i corpi ritengono ancora nelle loro chimiche combinazioni. Anche al calor dell'ambiente il mercurio ha la facoltà di evaporarsi; una goccia di mercurio si evapora a poco a poco nell'aria, benchè le occorresse in ciò un tempo maggiore di quello che occorre ad una goccia d'acqua; ciò non per tanto a mano a mano sparisce. Il cinabro non evaporasi nelle circostanze stesse; la qual cosa senza alcun dubbio proviene da ciò, che alla tendenza del mercurio di assumere lo stato aeriforme, distaccandosi nel cinabro dalle particelle del solfo od allontanandosene, sorge contro una resistenza, e questa è per lo appunto la chimica affinità del solfo: cotesta resistenza non vien mica superata al calor dell'ambiente. Che se il cinabro si fa poi riscaldare insino alla temperatura in cui il mercurio prende lo stato aeriforme, non solamente indebolisce l'affinità tra lo zolfo ed il mercurio mercè l'allontanarsi delle loro minime particelle, ma la tendenza ancora del mercurio a distaccarsi dallo zolfo viene con ciò accresciuta. Or se altra affinità (benchè minima), p. e. quella del ferro per lo zolfo, viene in soccorso del calore, avrà luogo la separazione del solfo dal mercurio, la quale non sarebbe accaduta senza il concorso di siffatte differenti cagioni.

Dunque la tendenza di un corpo ad assumere lo stato aeriforme a date temperature è di grandissima influenza in tutti i processi di composizioni e scomposizioni chimiche, poichè essa fa variare, aumentando o diminuendo, le manifestazioni della chimica affinità.

In un modo perfettamente analogo, la capacità delle particelle di conservare la loro adesione in un corpo, contro tutte le

cagioni che tendono a distruggerla, prende parte all'azione dell'affinità. Mercè il calore noi possiamo fondere lo zucchero ed il sal marino, rendere le loro parti assai mobili in tutte le direzioni, sospendere o annientare affatto il loro stato solido. Mediante l'acqua otteniamo noi gli stessi effetti; lo zucchero ed il sal marino disciolgonsi nell'acqua, non già per cagion del calore, ma bensì perchè l'affinità chimica dell'acqua è quella che distrugge la loro tendenza a rimanere allo stato di adesione.

Un pezzo di osso calcinato a bianco è insolubile nell'acqua e ne'fluidi alcalini; la tendenza delle sue parti a conservare il proprio stato, ossia, come direbbesi in tal caso, la forza di coesione è maggiore dell'affinità del fluido. Le parti però di cui esso è composto si sciolgono nell'acqua, ognuna di per se singolarmente presa. In molti fluidi acidi, p. e. nell'aceto si disciolgono entrambe. Quindi è chiaro che se mettiamo le parti costituenti di siffatto pezzo di osso (acido fosforico e calce) tra loro in contatto in un liquido acido, non vi ravvisiamo cambiamento alcuno, poichè entrambi, non importa in qual forma, sono solubili nell'acido; ma venendo e l'una e l'altra separatamente disciolte nell'acqua, la quale non oppone ostacolo veruno alla riunione delle loro parti che tendono a comporsi in un corpo solido, vediamo della terra ossea cadere al fondo in forma di una bianca polvere; in ciò ha luogo, come suol dirsi, una *precipitazione*.

In tal modo il chimico mette a profitto, la ineguale solubilità dei corpi nei diversi fluidi, ed il modo di comportarsi di essi col calore, quai potenti mezzi di separazione, ossia di analisi. Tutti i minerali senza eccezione lasciansi sciogliere nei liquidi a ciò analogamente scelti; mentre il chimico con l'aggiunzione di altre materie muta la natura del fluido, e con ciò, rimutando ancora la solubilità del minerale in questo fluido, riesce a separare l'una dopo l'altra tutte le parti di cui si compone. Questa è la prima via dell'analisi; l'altra consiste in ciò, che alla soluzione di un aggregato il quale componesi di cinque, sei e più parti costituenti, unisconsi a grado a grado altre sostanze diverse, le quali entrano in una combinazione insolubile coll'una e coll'altra delle parti costituenti. Si effettua ciò secondo una certa successione, e propriamente come se ciascuno degli elementi diversi giacesse in un ripostiglio diverso, all'apertura del quale abbisognassero altrettante chiavi differenti.

LETTERA VI.

In queste composizioni e decomposizioni dimandasi naturalmente: che bisogno abbiasi di un dato corpo, onde questo entri in chimica combinazione con un altro? che quantità di un terzo corpo sia necessaria, onde escludere da questa combinazione una delle prime parti e sostituirvi in vece questo terzo corpo?

A tutte queste dimande si è risposto nel modo più soddisfacente. Si conoscono minutamente le proporzioni delle quantità in cui i corpi tra loro si combinano; come altresì le proporzioni di peso, nelle quali essi l'un l'altro sostituisconsi nelle combinazioni.

Una combinazione chimica è caratterizzata da ciò, che le proporzioni in peso delle parti che la costituiscono sono invariabili; ed in questo appunto essa differisce da un miscuglio, in cui le parti costituenti esistono in proporzioni variabili e non determinate. Nello specchietto qui sotto, trovansi indicate in parti centesime le proporzioni in peso delle parti costituenti di alcune chimiche combinazioni.

L'Acqua.		*L'acido muriatico.*		*Il carburo d'idrogeno.*	
contiene ossigeno	88,89	cloro	97,76	carbonio	85,71
idrogeno	11,11	idrogeno	2,24	idrogeno	14,29
	100,00		100,00		100,00

L'acido idrosolforico.		*L'acido idroiodico.*	
contiene solfo	94,19	iodio	99,21
idrogeno	5,81	idrogeno	0,79
	100,00		100,00

L'esistenza delle proporzioni invariabili nelle chimiche composizioni vien considerata come la prima e più importante delle leggi secondo le quali i corpi si combinano; di modo che per il nostro concetto, un'acqua con le *stesse* proprietà dell'acqua co-

mune, ma di una composizione differente da quella sopraccitata, non potrà esistere nemmeno in pensiero.

Le esperienze che ci hanno fruttata la conoscenza di questa legge appartengono ai tempi più recenti, e da ciò potrassi spiegare, perchè in quegli anteriori alla scoverta di essa avevansi delle idee del tutto incerte sui rapporti esistenti tra le proprietà di una combinazione e la quantità delle parti costituenti di essa.

Noi sappiamo adesso, che le proprietà di una combinazione dipendono da determinate proporzioni in peso, e che esse variano coll'aumento o con la diminuzione di una delle parti costitnenti.

Un'altra scoverta non meno importante sarà sempre la esperienza fatta, che le particelle costituenti cioè di una combinazione chimica semplice si rimpiazzino ancora in altre combinazioni chimiche le une le altre, e ciò esattamente nelle proporzioni stesse in cui esse si sono combinate in quella. Nella composizione in parti centesime dell'acqua, dell'acido idrosolforico e dell'acido idrojodico, conoscesi dunque la proporzione di peso, in cui l'idrogeno, l'ossigeno, il cloro ed il iodio, l'un l'altro si sostitniscono.

Quindi se da una combinazione dell'ossigeno con un altro corpo vogliasi escludere l'ossigeno e sostituirvi l'idrogeno, sempre ed invariabilmente 88,89 parti in peso dell'ossigeno saranno rimpiazzate da 11,11 parti in peso d'idrogeno. Nel modo stesso che in una combinazione d'idrogeno 2,24 parti in peso di questo corpo saranno surrogate e sostituite da 97,76 parti in peso di cloro; e 94,19 parti di solfo da 5,81 d'idrogeno ec.

Le composizioni sopraccitate, rinvenute per mezzo dell'analisi, si fanno esprimere in una forma molto semplice; per ogni

1 parte in peso d'idrogeno sono contenute in peso

nell'acqua	nell'acido idroclorico	nel carburo d'idrogeno
8 parti d'ossigeno.	35,4 di cloro.	6 di carbonio.

In 9 parti in peso d'acqua è contenuta 1 parte in peso d'idrogeno; or siccome questa 1 parte d'idrogeno può esser rimpiazzata da 35,4 parti in peso di cloro o da 6 parti in peso di carbonio, ne risulta ad evidenza che queste cifre (8 ossigeno, 35,4 cloro, 6 carbonio) esprimono nel tempo stesso i pesi con cui questi corpi tra loro entrano in combinazione.

In 9 parti di acqua vi è 1 parte d'idrogeno, la quale si può segregare dall'acqua e sostituirvi invece 35,4 di cloro; da ciò siegue, che quando siffatta combinazione si è effettuata ne nasce un

ossido di cloro, in cui per ogni 8 parti in peso di ossigeno sono contenute 35,4 di cloro.

1 d'idrogeno sostituita da		35,4 di cloro
8 ossigeno (delle 9 parti d'acqua)		8,0 ossigeno
9 di acqua	dànno	43,4 di ossido clorico

1 d'idrogeno sostituita da		6 di carbonio
8 di ossigeno		8 di ossigeno
9 di acqua	dànno	14 di ossido di carbonio.

E siccome 1 parte in peso d'idrogeno si fa sostituire da 35,4 di cloro, ne deriva che volendo noi sostituire il cloro all'idrogeno, e servirci invece di 7 di carburo d'idrogeno (che contengono 1 parte in peso d'idrogeno), 6 di carbonio combinansi con 35,4 di cloro.

1 d'idrogeno sostituita da		35,4 di cloro
6 di carbonio		6 di carbonio
7 di carburo d'idrogeno	dànno	41,4 di cloruro di carbonio.

Le 8 parti in peso dell'ossigeno, le 35,4 del cloro, le 6 del carbonio esprimono dunque effettivamente i pesi con cui questi corpi tra loro si combinano, poichè sostituire altro non significa che combinare.

Le leggi delle sostituzioni o combinazioni sono applicabili non ai soli corpi che abbiamo sopra nominati, ma si estendono ancora a tutti gli altri. Conosciuto dunque che si è il peso con cui un corpo entra in combinazione con uno, con dieci, con venti, o con tutti gli altri corpi, si sarà conosciuto ancora il rapporto del peso con cui tutti questi corpi sostituisconsi gli uni agli altri, ovvero combinansi tra loro.

Lo specchietto che siegue non avrà bisogno di maggiore schiarimento.

Ossigeno	O	8	Potassio	K	39,2
Idrogeno	H	1	Calcio	Ca	20,0
Carbonio	C	6	Silicio	Si	14,8
Solfo	S	16	Piombo	Pb	103,8
Azoto	N	14	Rame	Cu	31,8
Fosforo	P	32	Mercurio	Hg	100,0

Queste cifre ci mostrano la quantità in peso di alcuni de' cor-

pi semplici (esse son conosciute per tutt'i corpi), ovvero, se piacesse altrimenti, sono appunto i pesi con cui sostituisconsi i corpi a vicenda nelle loro combinazioni.

È cosa da osservarsi con ogni particolarità, che siffatte relazioni non variano neppure nei casi in cui un corpo con un secondo, con un terzo, ec. entri in più di una combinazione. Sicchè 14 di azoto con 8 di ossigeno costituiscono la così detta aria ilarante *(Lustgas)*; vi ha una seconda combinazione che dà un gas senza colore il quale a contatto dell'aria produce una nebbia rossa, e che per ogni 14 di azoto contiene 16 di ossigeno (2×8); ve ne ha una terza la quale contiene di ossigeno 24 ($= 3 \times 8$); una quarta di 32 ($= 4 \times 8$); una quinta, l'acido nitrico, che tien 40 di ossigeno (5×8): e ciò sempre per ogni 14 di azoto. Così il carbonio combinasi coll'ossigeno in due proporzioni; la prima combinazione è un gas infiammabile, contenente per ogni 6 di carbonio 8 di ossigeno; l'altra poi, che per ogni 6 di carbonio contiene 16 di ossigeno, forma il noto acido carbonico.

Per tutt'i casi senza eccezione, ne' quali gli elementi unisconsi per produrre una combinazione qualsiasi, tali relazioni rimangono fisse ed immutabili.

Dall'analisi dell'acido acetico si ricava che questo contiene in 100 parti in peso 47,06 di carbonio, 5,88 d'idrogeno e 47,06 di ossigeno. Io so quanto ossigeno ed idrogeno si può contenere in combinazione con 47,06 di carbonio, e niente è più facile che determinare quanto ossigeno ed idrogeno ad ogni 6 parti in peso di carbonio vi sia contenuto, riducendosi tale operazione ad una semplice regola del tre. In ogni sei di carbonio si trovano 3/4 d'idrogeno e 6 di ossigeno, ovvero in numeri interi 24 di carbonio (4×6), 3 d'idrogeno ($4 \times 3/4$) e 24 di ossigeno (3×8).

Ovvero mi si fa noto quanto di carbonio e d'idrogeno nell'acido acetico trovasi combinato con 47,06 di ossigeno, ed in tal caso io determino quanto di entrambi cotesti elementi si spetti per ogni 8 di ossigeno (ossia per rispetto ad un'altra di quelle invariabili cifre sopraccitate) ed ottengo, per ogni 8 di ossigeno, 1 di idrogeno ed 8 di carbonio, che moltiplicati per tre mi daranno la identica relazione.

La composizione di tutte le chimiche combinazioni, niuna eccettuata, può indicarsi in modo affatto analogo a quella dell'acido acetico, mercè siffatte cifre costanti, le quali perciò chiamansi *Pesi di miscela*, e relativamente alla loro mutua sostituzio-

ne, *Equivalenti*, poichè in fatti esprimono le quantità con le quali entrano i corpi in combinazioni, ovvero nelle quali essi producono eguali effetti.

Mi abbisognano, p. e. nell'esercizio di un'azione chimica, ad uno scopo qualsiasi, 8 libbre di ossigeno; or se invece dell'ossigeno lo potessi e volessi far uso del solfo, avrò d'uopo del doppio del peso dell'ossigeno, ossia per 8 di ossigeno 16 di solfo, esprimendo siffatti pesi di miscela appunto gli eguali effetti delle azioni.

La scoperta della legge naturale che manifestasi in questi costanti rapporti di combinazioni, condusse i chimici ad una lingua di segni, la quale permette loro di esprimere con forme straordinariamente semplici, la composizione di una combinazione, la sostituzione di uno degli elementi suoi, e generalmente la maniera con cui essi pensano che gli elementi sieno collocati. Eglino adunque si accordarono a contrassegnare gli elementi ed i loro equivalenti con le lettere iniziali delle denominazioni latine di essi, di sorta che in conseguenza O (da *Oxygenium*) indica non solo l'ossigeno, ma pure nè più nè meno che 8 parti in peso di ossigeno, H una parte in peso d'idrogeno, S 16 parti in peso di solfo. Scorgesi di leggieri quale agevolezza ne risulti; neppure la memoria più ferace riuscirebbe a tener ognora presenti le composizioni di una cinquantina di combinazioni; niente è più lieve invece che ricordarsi di siffatti segni o formule, la chiave delle quali è sommamente chiara. La composizione dell'acqua (in 100 parti di cui 88,89 di ossigeno ed 11,11 d'idrogeno) vien dal chimico espressa con HO; la doppia quantità di questa per 2 HO, la tripla per 3 HO ec.; l'ossido di carbonio esprimesi con CO, l'acido carbonico con CO_2, l'acido acetico con $C_4 H_3 O_3$, la combinazione dell'acido acetico coll'acqua con $C_4 H_3 O_3 + HO$, l'etere con $C_4 H_5 O$, l'alcool con $C_4 H_5 O + HO$.

Tra i corpi composti trovansi molti gruppi che spiegano proprietà analoghe, ossia un egual carattere chimico, e che nelle loro combinazioni possono tra sè stessi scambievolmente sostituirsi. Le proprietà del gruppo che porta il nome di *acidi* sono a tutti cognite, meno forse le così dette *basi*, nome con cui dinotasi in generale una combinazione che ha la facoltà di paralizzare le proprietà acide di quelli, ossia di neutralizzarle.

La combinazione di un acido con una base, senza alcun riguardo al sapore di questa, riceve il nome di *sale*.

Una base può sostituirsi ad un'altra base, ed un acido ad un

altro acido, e mercè la valutazione più esatta delle proporzioni in cui gli ossidi de' metalli, che sono da riporsi tra le basi, si sostituiscono, si è rinvenuto che per ciò abbisognano pesi assai ineguali delle differenti basi. Onde segregare 10 parti da una base richieggonsi 15 di un'altra e 25 di una terza, ec. Or se le 10 parti della prima base contengono 5 di ossigeno, si è rilevato che anche le 15 dell'altra, come pure le 25 della terza, contengono nè più nè meno che 5 di ossigeno.

Le quantità di ossigeno nelle basi metalliche che sostituisconsi rimangono immutabilmente eguali, e le differenze dei pesi emergono quindi solo in riguardo ai metalli che vi si trovano in combinazione; questi ultimi sostituisconsi a tenore de' loro equivalenti; per 39,2 di potassio che n'escono son richiesti 100,0 di mercurio.

I chimici sonosi accordati a nominare un *Equivalente di ossido metallico* qualsiasi quantità di un ossido metallico che contenga 8 parti in peso di ossigeno ($=1$ equivalente), senza tener conto alcuno della quantità degli equivalenti metallici in essò contenuti.

Dunque se noi conosciamo la quantità di acido necessaria per formarne un sale neutro con un equivalente di una base, rimarrà questa quantità di acido la stessa per ogni equivalente di un'altra base, appunto perchè gli equivalenti delle altre basi serbano esattamente la medesima quantità di ossigeno che la prima, o perchè la loro reciproca sostituzione si regola unicamente a tenore di coteste quantità di ossigeno. Si è convenuto inoltre di denominare un *Equivalente di acido* la quantità di acido che satura un equivalente di base.

Presa una volta l'abitudine, sarà facil cosa rendersi conto del perchè i chimici indichino la composizione dell'acido acetico mediante la formula $C_4\,H_3\,O_3$, e non già con quella $C_2\,H_{1\,1/2}\,O_{1\,1/2}$, o con qualsivoglia altra. Riunendo i valori espressi da questi segni ($C_4 = 4 \times 6 = 24$ di carbonio, $H_3 = 3$ d'idrogeno, $O_3 = 3 \times 8 = 24$ di ossigeno) si otterrà la somma 51. Il numero cinquantuno dinota la quantità in acido acetico, che con uno (o quale che siasi altro) equivalente di ossido metallico combinasi in un sale.

La formula di un acido ordinariamente riferiscesi ad 1 equivalente della base, quella di una base ad 1 equivalente dell'acido; quella poi di qualsivoglia altra composizione si riferisce sempre ai rapporti in peso nei quali i suoi elementi trovansi riuniti

col noto e determinato equivalente di un altro corpo. In molti casi le formule esprimono solamente le reciproche relazioni di due o di più corpi.

La formula di un sale dell'acido acetico (acetato), si dovrà dunque esprimere così: $C_4 H_3 O_3 MO$; (M indica 1 equivalente di qualsiasi metallo). Se nella nostra mente noi ci figuriamo il metallo sostituito da un equivalente d'idrogeno, la formula esprimerà una combinazione dell'acido acetico coll'ossido d'idrogeno (acqua), ed essa, come tutte le combinazioni di simil genere del l'acqua, vien denominata *idrato*. La formula di questo idrato è $C_4 H_3 O_3 HO$, ovvero, volendo riunire nell'espressione i singoli elementi, avremo $C_4 H_4 O_4$. Secondo questa ultima formula si potrà anche un sale dell'acido acetico esprimere così: $C_4 \left.\begin{matrix} H^3 \\ M \end{matrix}\right\} O_4$; siffatta espressione ci dinota un idrato dell'acido acetico, nel quale 1 equivalente d'idrogeno trovasi sostituito da 1 equivalente di metallo.

A paragonare le combinazioni chimiche in ordine alla loro composizione, e per farsi a colpo di occhio una idea dei cambiamenti, delle tramutazioni e scomposizioni, siffatta lingua di segni è d'inapprezzabile valore.

Dopo l'analisi dell'acido acetico se io voglio vedere in quanto le cifre ottenute dall'esperienza sieno esatte, esprimo in tal caso il risultamento delle mie indagini, ovvero le quantità rinvenute, del carbonio, dell'idrogeno e dell'ossigeno, in cifre equivalenti, che con ogni possibile esattezza furono determinate; or come più le mie cifre si accordano con questi, ossia, come si dice, coincidono con la calcolazione, tanto maggior fiducia avrò all'analisi mia: qualora le mie cifre differissero, debbo in tal caso temere di aver commesso qualche sbaglio e rifare da capo il lavoro. Nelle cifre degli equivalenti abbiamo adunque il controllo dell'analisi chimica; essi mi mostrano che sono incorso in qualche equivoco, o che la sostanza da me adoperata non godeva del richiesto grado di purezza; ognuno saprà tradurre le formule che sieguono:

$C_{14} H_6 O_2$ olio di mandorle amare
$C_{14} H_6 O_4$ acido benzoico.

L'olio di mandorle amare assorbisce dell'ossigeno dall'aria e cambiasi in acido benzoico.

La formula indica a colpo d'occhio la relazione che passa tra amendue, nonchè il quantitativo di siffatta trasmutazione, ossia

$C_4\ H_6\ O_2$ Alcool;

$C_4 \begin{matrix} H_4 \\ O_2 \end{matrix} O_2$ Acido acetico.

L'alcool assorbendo ossigeno cangiasi in acido acetico. Chiaro si scorge come la metamorfosi sta ne'2 equivalenti d'idrogeno che dall'etere sonosi segregati, ed ai quali sostituironsi due equivalenti di ossigeno. Tutto questo è sommamente semplice, e si comprenderà con facilità ciò che si asserì in sul principio di questa lettera, che se un nuovo metallo o un nuovo metalloide venisse a scoprirsi, basterebbe stabilire la quantità del metallo che combinasi con 8 di ossigeno, o quella del metalloide con 39,2 di potassio, onde riconoscere nella cifra ottenuta il peso con cui siffatti nuovi corpi combinansi con gli altri; gli equivalenti del *lantano* e del *didimio*, due nuovi metalli scoperti recentemente nella *cerite*, e quello del *bromo*, rinvenuto pochi anni sono nell'acqua marina, non furono altrimenti ricavati.

Nelle verità di fatto, ossia nella relazione dei corpi da me sin quì nominati, la fantasia inventrice non ha avuto la menoma parte; ogni cifra è il risultamento di un gran numero di analisi praticate con tutta la diligenza, ma che al certo non di per sè sonosi riunite in quella legge importante. Questa fu rapita alla natura e riconosciuta dall'ardito ingegno di un Tedesco, ed il nome di Richter durerà quanto la scienza stessa.

LETTERA VII.

Possiamo di leggieri supporre come la quistione del perchè, ovvero la cagione di tutti questi pesi invariabili, dovesse seriamente occupare lo spirito filosofico de' chimici. Deve assolutamente trovarsi una cagione la quale renda impossibile il collegarsi degli elementi in altre proporzioni, e che arrechi un insormontabile

ostacolo a qualsiasi aumento o decremento di essi. I rapporti costanti sono manifestazioni di siffatta cagione, ma con questi scomparisce il campo delle indagini; non è più esso propriamente accessibile ai sensi, e potrà formare soltanto il soggetto delle speculazioni e del potere della immaginativa.

Or se io qui mi arrischio a svolgere le idee dominanti attualmente sulla causa delle chimiche proporzioni, non si deve giammai perder di vista che la verità o la falsità di esse nulla ritengono di comune con la legge stessa; questa rimane sempre vera, come risultamento della sperienza, e non varia per quanto possano modificarsi le idee sulla cagione da cui deriva.

Un'antichissima idea intorno alla natura della materia, la così detta *atomistica*, adattasi in fatti eccellentemente alla intelligenza sensata delle proporzioni chimiche; essa suppone, cioè, che in uno spazio occupato da un corpo solido, fluido od aeriforme, non tutte le particelle di esso spazio sieno ripiene di materia, ma che ogni corpo abbia dei pori, non già come quelli visibili in un pezzo di legno, ma infinitamente più piccoli. Un corpo si compone, dietro siffatta ipotesi, di minutissime particelle che si ritrovano ad una certa distanza le une dalle altre; tra particella e particella vi ha dunque uno spazio non occupato dalla materia del corpo.

La probabilità di cotesta idea è di per sè stessa chiara; noi possiamo comprimere un volume di aria in uno spazio mille volte minore, e parimenti i corpi solidi ed i liquidi fannosi raccogliere per effetto della pressione meccanica in uno spazio minore del loro volume ordinario. Una palla di bigliardo spinta con una certa forza contro un corpo duro si fa piana, ma poi rimbalzando ripiglia la pristina sua forma sferica. Tutt'i corpi riscaldandosi occupano un spazio maggiore, raffreddandosi ne occupano uno minore.

Da questi sperimenti, a chicchesia notissimi, deducesi facilmente, come lo spazio occupato da un corpo dipenda da circostanze casuali, e che esso avvicendasi con le cagioni le quali tendono a renderlo maggiore o minore. Or se riflettasi che il sito dove sta una particella di materia, quella cioè che propriamente occupa lo spazio di un corpo, non possa ad un tempo dar luogo ad una seconda nè ad una terza particella, si va di necessità alla idea che lo ingrandimento o l'impicciolimento della mole di un corpo sia l'effetto della più o meno grande distanza tra le particelle che n'empiono lo spazio. In una libbra di acqua nello stato fluido le particelle sono evidentemente più vicine che in una lib-

bra di vapore il quale alla ordinaria pressione dilatasi in uno spazio 1700 volte maggiore.

Mercè siffatta ipotesi si spiega una serie di fenomeni i quali insino ad ora non erano dichiarabili da niun' altra idea.

La teorica atomistica presuppone dippiù che le piccole particelle onde è formata la massa di un corpo non sieno ulteriormente divisibili in altre minori, onde a siffatte minime particelle si è dato il nome di *atomi*.

Ella è cosa affatto impossibile allo intelletto figurarsi delle piccole particelle di materia le quali sieno assolutamente indivisibili; nel senso matematico infinitamente piccole e senza alcuna estensione esse non lo possono essere, appunto perchè pesano; ma per quanto piccolo si potrà supporre il loro peso, non dobbiamo riputare impossibile che una particella sia divisibile in due, in tre, in cento parti. Ma noi possiamo ad un tempo ritenere che siffatti atomi sieno soltanto indivisibili fisicamente, cioè che solo in quanto alla nostra percezione essi non siano più capaci di ulteriore divisione; un atomo fisico in questo senso consisterebbe in un gruppo di molte particelle assai piccole le quali sarebbero tenute unite in un tutto mercè una o più forze assai maggiori di tutte le forze terrestri di cui possiamo disporre onde operare una ulteriore divisione di esso.

Questi atomi, o meglio ciò che il chimico in essi ravvisa, sono nello stesso caso suoi elementi. I 61 corpi semplici conosciuti sono elementi soltanto rispetto alle forze ed ai mezzi messi a nostra disposizione onde renderli più semplici ancora. Non potendo in ciò riuscire, avvien che aderendo ai principi delle scienze naturali, noi gli chiamiamo corpi semplici, fintanto che l' esperienza non ci dimostri il contrario. La storia delle scienze in quanto a siffatto metodo è ricca di utili ammaestramenti; regressioni, errori e false idee senza numero furon sempre le conseguenze immediate della non osservanza delle verità provenienti dall'esperienza. Senza contraddire alla divisibilità all' infinito della materia, il chimico, ritenendo anzi qual verità incontrastabile la esistenza fisica degli atomi, altro non fa che poggiare la sua scienza sopra un solido e stabile fondamento.

Il professore Gmelin di Tubinga, mediante una ingegnosa idea, ci rese sensibile siffatto concetto. Egli paragona gli atomi ai corpi celesti, i quali per rispetto allo spazio che percorrono sono infinitamente piccoli, vale a dire sono atomi. Tutti questi

soli innumerevoli coi loro pianeti e satelliti muovonsi a distanze determinate gli uni dagli altri; essi sono indivisibili in quanto all'esistenza di forze che possano segregarne qualche cosa di materiale e alterarne la forma e la grandezza ad un segno tanto sensibile da poter cagionare un disturbo nelle loro relazioni con gli altri corpi celesti; ma per se stessi non sono indivisibili. L'universo presentasi in questo senso come un immenso corpo i cui atomi, cioè i corpi celesti, sono indivisibili ed invariabili.

Secondo la teorica atomistica, un pezzo di vetro, di cinabro, di ferro, ec., è quindi un aggregato di atomi di vetro, di cinabro, di ferro, ec., l'aderenza dei quali dipende dalla forza di coesione; la minima quantità immaginabile di ferro è sempre ferro, ma in quanto al cinabro, sappiamo con la massima certezza che una particella di esso non più divisibile da forze fisiche contiene delle particelle ancora più piccole, particelle cioè di solfo e di mercurio, delle quali conosciamo puranche la relazione di peso con cui sono in quella contenute.

Il ferro consiste di atomi omogenei di ferro, il cinabro benanche di atomi omogenei ciascuno dei quali è cinabro, ma questi ultimi non sono semplici come quelli del ferro, essendo invece suscettivi di ulteriore divisione; pei sensi essi sono omogenei ma noi sappiamo che sono composti: tagliuzzando, triturando, polverizzando o limando, ec., possiamo dividere un pezzo di cinabro in pezzetti assai più minuti, ma con nessuna forza meccanica siamo in grado di superare quella forza onde sono avvinte le particelle eterogenee costituenti un atomo composto: l'affinità chimica differisce appunto dalla forza di coesione in ciò, che mostrasi attiva solamente allorquando atomi eterogenei trovansi tra loro in contatto, e siccome gli atomi non possono reciprocamente penetrarsi, chiaro ne segue che gli atomi composti forminsi da quelli semplici collegati l'uno vicino all'altro mercè l'affinità che tra loro è in azione; essi aggruppansi a due, a tre, a cento, ec., ed ognuno di siffatti gruppi forma una parte omogenea della massa totale. Possiamo figurarci la più piccola particella di cinabro qual gruppo di due atomi, l'uno dei quali sia un atomo di mercurio, e l'altro un atomo di solfo.

Avvertendo che mille libbre di cinabro contengono la stessa proporzione tra solfo e mercurio che una libbra o un sol granello, ed immaginando che un pezzo di cinabro abbraccia un milione di atomi cinabrici, chiaramente se ne inferisce come in un

solo atomo, del pari che in un millone di essi, sempre ritrovinsi atomi 16 di solfo uniti a 100 di mercurio. Scomponendo noi il cinabro coll'aiuto del ferro, l'atomo di mercurio viene isolato ed in suo luogo mettesi un atomo di ferro. Sostituendo l'ossigeno al solfo nel cinabro, un atomo di ossigeno prenderà il luogo dell'atomo di solfo.

Di leggieri comprenderassi come, secondo questa foggia di vedere la composizione dei corpi e la loro mutua sostituzione, i numeri equivalenti altro non significhino fuorchè il peso relativo degli atomi. Quanto pesi un semplice atomo, ossia il suo peso assoluto, non è cosa determinabile; ma di quanto l'uno apporti seco maggior peso in una combinazione chimica, cioè qual sia il peso relativo degli atomi, questo al certo si può determinare. Alla sostituzione di 8 parti in peso di ossigeno me ne abbisognano 16 di solfo, ossia il dopplo di quello dell'ossigeno, poichè l'atomo di solfo pesa il doppio di quello dell'ossigeno: del pari mi occorre solamente un'ottava parte del peso dell'ossigeno in idrogeno, per la ragione che l'atomo di questo è 8 volte più leggiero. Così l'ossido carbonico è un gruppo di due atomi, e l'acido carbonico un gruppo di tre atomi; il primo contiene per ogni atomo di carbonio un altro di ossigeno, l'acido carbonico poi ne contiene due.

La invariabilità delle costanti relazioni tra' pesi coi quali i corpi combinansi viene spiegata dalla teorica che ammette la esistenza di particelle indivisibili, le quali avendo peso ineguale non compenetransi tra loro nelle chimiche combinazioni, ma dispongonsi l'una dappresso all'altra.

Nella loro significazion propria i numeri equivalenti esprimono valori di eguale efficacia ovvero i pesi dei corpi con cui questi producono effetti eguali in una chimica combinazione; e noi ci rendiamo sensibili cotesti effetti ascrivendoli alle particelle indivisibili che occupano un certo spazio ed hanno una forma determinata. Non è a disposizione nostra alcun mezzo onde acquistar certezza intorno al vero numero degli atomi contenuti neanche nella più semplice delle combinazioni, poichè, onde giudicarne, dovremmo essere capaci di vederli e di numerarli; e perciò a malgrado di tutto il convincimento che aver potessimo circa la esistenza degli atomi fisici, la supposizione che le cifre degli equivalenti esprimano di fatti il peso relativo de' singoli atomi rimane tuttavolta una ipotesi scevra di ulteriori pruove.

Un atomo di cinabro contiene per ogni 100 di mercurio 16

di solfo: i chimici ammettono che siffatte relazioni esprimono il peso relativo tra un atomo di mercurio ed un altro di solfo. In questo appunto consiste l'ipotesi, poichè sarebbe ancora possibile che 100 di mercurio rappresentassero il peso di 2, 3, 4 o più atomi di mercurio. Se fossero due quegli atomi, un atomo di mercurio dovrebbesi necessariamente rappresentare in tal caso con la cifra 50,0, e se fossero tre dalla cifra 33,3; ed il cinabro, dovremmo allora dire, consistere in uno dei casi in due ($2 \times 50,0$), e nell' altro in tre ($3 \times 33,3$) atomi di mercurio ed uno di solfo.

A nulla monta se ammettiamo due, tre o più atomi di mercurio o di solfo, la composizione del cinabro rimane qual'è; il solo modo di rendercela sensibile resterebbe subordinato alla ipotesi circa il numero degli atomi in una combinazione chimica. Sarà quindi sempre ottima cosa a sbandire dal linguaggio dei segni chimici (di cui l'unico scopo altro non è che quello di porre sott'occhio e di facilitare alla intelligenza le composizioni, le sostituzioni, le trasformazioni e le scomposizioni delle chimiche combinazioni) ogni ipotesi, e con ciò impedire che la maniera di scrivere le formole chimiche si convertisse in una espressione di immagini mutabili. Il numero degli equivalenti delle parti costituenti una combinazione chimica è fisso e determinabile, ma il numero effettivo degli atomi che in un equivalente si accozzano nol diverrà giammai. Ciò del resto non porta seco alcun discapito qualora noi, allorchè trattisi di considerazioni teoretiche ovvero di schiarimenti d'idee, riteniamo gli equivalenti in luogo dei pesi degli atomi stessi. Come di per se è manifesto, siffatti numeri in tal significato esprimono solamente le differenze in peso degli atomi, ovvero quante volte un atomo sia di un altro più pesante.

Come unità di misura dei numeri adoperati nella tavoletta di sopra a pag. 78 si è scelta la quantità di peso dell'idrogeno che sta nell'acqua combinata all'ossigeno. Per 1 parte in peso d'idrogeno l'acqua ne contiene 8 di ossigeno; or nella ipotesi che l'acqua compongasi di 1 atomo d'idrogeno e di 1 d'ossigeno, e supponendo inoltre, che alla sostituzione di 1 atomo d'idrogeno o di ossigeno sia sempre necessario, nè più nè meno che un atomo di un altro corpo, ne avverrà che i pesi degli altri corpi esprimeranno i pesi atomistici degli stessi in numeri, i quali tutti naturalmente riferisconsi ad una parte in peso d'idrogeno, ovvero ad 8 di ossigeno. Moltiplicando il numero di ciascun equivalente per 12 1/2, quello dell'idrogeno si cambierà in 12,5 e quello dell'ossigeno

diverrà 100 ed i rimanenti numeri esprimeranno parimenti allora quanto di ognuno de' corpi diversi abbisogni onde sostituirsi a 100 di ossigeno o a 12 1/2 d'idrogeno. Moltiplicando tutti gli equivalenti per uno stesso numero, le relazioni che tra loro serbano non restano menomamente alterate; ed è cosa affatto insignificante far uso de' numeri che si riferiscono all' idrogeno adottato per unità, oppure di numeri relativi all'ossigeno = 100.

LETTERA VIII.

Gli atomi, secondo il nostro modo di vedere, debbono per necessità comprendere un dato spazio e godere di certe forme; mercè la loro mutua combinazione nascono gli atomi composti, i quali occupano naturalmente uno spazio maggiore o minore di quelli semplici riuniti insieme; la forma deve necessariamente cambiare a tenore della loro composizione o del modo come essi si sono raggruppati. Nei soli corpi cristallizzabili, le cui minime particelle hanno una forma determinata, puossi, siccome è di per sè chiaro, determinare qual sia il rapporto tra la forma di un cristallo e la sua composizione. Su di ciò sonosi fatte osservazioni importantissime.

Se per esempio due sali di forme cristalline diverse cristallizzansi in un solo e medesimo fluido, i cristalli dell' un dei sali formansi perfettamente nello stesso modo come se l'altro sale non si trovasse nel fluido. Gittando un pugno di sal nitro e di sal marino in una sufficiente quantità di acqua, entrambi in questa discioglierannosi. Collocando indi tale soluzione in una stufa riscaldata, l'acqua si evapora a poco a poco ed i due sali depongonsi in cristalli nel fondo del recipiente: ad occhio nudo già discernonsi i cubi del sal marino da'lunghi prismi del sal nitro. Cavando dal fluido un cristallo di sal marino e lavandolo con un poco di acqua pura, si troverà questo scevro da ogni minimo vestigio di sal nitro; d'altra parte quello di sal nitro non conterrà parte alcuna di sal marino. Or se riflettiamo ch'entrambi i cristalli formansi

contemporaneamente in un fluido stesso, risulta ad evidenza, dalla forma dei cristalli, che le particelle di sal marino, riunendosi in un cristallo, attirano soltanto le particelle di sale marino, e quelle del sal nitro le sole particelle di questo, crescendo così rispettivamente in volume. In ultimo, allorchè tutta l'acqua sarà evaporata, ottiensi un'intima miscela di sal marino e di sal nitro; ogni singolo cristallo di sal marino vi si trova segregato dai singoli cristalli del sal nitro.

Tutt' altro poi avviene col solfato di magnesia e col vitriuolo di nichel o di zinco; qualora entrambi cristallizzansi in un solo e medesimo fluido non si osserva alcuna separazione tra i cristalli del vitriuolo di zinco e quelli del solfato di magnesia, ma invece i cristalli che si sono formati contengono ad un tempo vitriuolo di zinco e solfato di magnesia, ovvero vitriuolo di nichel e solfato di magnesia, e ciò in tutte le proporzioni possibili, secondo la quantità de' due sali adoperati nella soluzione. Chiaro si scorge da ciò che tra le particelle cristallizzabili del vitriuolo di zinco e quelle del solfato di magnesia esiste un'attrazione la quale è palesemente di pari energia, giacchè un cristallo di solfato di magnesia aggregasi ad una particella di vitriuolo di zinco nel modo stesso come se questa fosse stata una particella di solfato di magnesia e viceversa; non verificasi mica una specie di elezione, come tra il sale marino ed il nitro.

Ora paragonando un cristallo di vitriuolo di nichel con un altro di solfato di magnesia rilevasi qualmente entrambi godano della *stessa* forma cristallina. Così un cristallo di solfato di magnesia somiglia ad un cristallo bianco di vitriuolo di nichel, e questo ha lo stesso aspetto di un cristallo verde di solfato di magnesia, non iscorgendosi differenza alcuna negli angoli, nelle punte, e negli spigoli. Or venendo un grosso cristallo costituito da una moltitudine di piccoli e minimi cristalli, si rileva di necessità che la particella più minuta del vitriuolo di nichel abbia la forma stessa della minima e più minuta particella di solfato di magnesia, ovvero, ciò che monta lo stesso, il gruppo di atomi che si riunirono per formare un atomo di vitriuolo di zinco o di nichel acquista la forma stessa che il gruppo che costituisce un atomo di solfato di magnesia; il cristallo in cui veggonsi ambidue intimamente tra loro congiunti possiede la forma che distingue ognuna delle sue parti costituenti (il solfato di magnesia, il vitriuolo di nichel, o quello di zinco).

Consecutive osservazioni ci han dimostrato che l'*eguaglianza* delle forme cristalline di due corpi non sia l'unico motivo perchè essi cristallizzino insieme, e che fa che la forma del loro cristalli mescolati sia la stessa che quella delle loro parti costituenti.

Così, per esempio, un cristallo di sale ammoniaco è dotato della stessa forma geometrica di un cristallo di allume, ma da un solo e medesimo fluido entrambi si cristallizzano in disparte e separati l'un dall'altro; i cristalli che formansi di allume non contengono del sale ammoniaco ed i cristalli di questo non contengono dell'allume, e ciò, com'è chiaro, perchè, ad onta della forma eguale degli atomi cristallini, la forza con cui le particelle dell'allume cercano le particelle di allume, e quelle di sale ammoniaco attirano il sale ammoniaco, è assai superiore alla forza di attrazione ch'è in esercizio tra le particelle di sale ammoniaco e quelle dell'allume, dappoichè questa ultima forza non è più sensibile per le osservazioni.

Ora paragonando la composizione di quelle combinazioni che avendo forme *eguali* cristalline *non* cristallizzano insieme con le altre le quali in pari circostanze danno dei cristalli misti, avvertesi che i *primi* godono di una composizione *ineguale* ed i *secondi* di una composizione *eguale* per tutt'i riguardi. Così il solfato di magnesia, il vitriuolo di zinco e quello di nichel hanno un egual numero di atomi composti, e ciò di maniera tale, che un cristallo di solfato di magnesia differisce da un altro di vitriuolo di zinco o di nichel, soltanto in ciò che ambidue questi ultimi, invece di un equivalente od atomo di magnesio, contengono un atomo di nichel o di zinco, in modo che formiamo del vitriuolo di zinco o di nichel, ogni qual volta da un cristallo di solfato di magnesia segreghiamo il magnesio surrogandolo con un equivalente di zinco o di nichel.

L'atomo del sale ammoniacale contiene, giusta le sue parti costituenti, due soli atomi composti; l'allume che cristallizza nella forma stessa comprende trenta atomi composti. Una costituzione più ineguale non potevasi al certo immaginare; essi non cristallizzano insieme.

In tutte le successive ricerche si è costantemente confermato, che due combinazioni di forme eguali cristalline, allorchè danno cristalli misti della stessa forma geometrica, sono in moltissimi casi benanche egualmente composti, ovvero contengono un pari numero di atomi o di equivalenti, nello stesso ordine disposti.

Nei casi poi in cui due sali di forma cristallina diversa cristallizzano insieme, avverasi ognora che la forma del cristallo misto sia simile a quella dell'uno dei due sali, non che somigliante a quest'ultimo la composizion sua. Così da una mescolanza di vitriuolo di rame e vitriuolo di ferro (due sali di forme differenti e d'inegnale composizione) ricavansi, secondo la quantità preponderante dell'uno o dell'altro, cristalli misti, che prendono la forma del vitriuolo di rame o quella del vitriuolo di ferro, e per rispetto alla composizione furono trovati i primi simili al vitriuolo di rame, e gli altri a quello di ferro.

Gli esempii più speciosi, che in molte combinazioni la forma cristallina sia del tutto indipendente dalla natura e dalla diversità degli elementi, ci sono profferti dai così detti *allumi*, parola mercè la quale si dinotano le diverse combinazioni che hanno composizioni simili a quella dell'allume ordinario, e i cui componenti sono l'acido solforico, l'allumina, la potassa e l'acqua. Esso cristallizza in belli ottaedri regolari. Da questo allume possiamo eliminare l'allumina, sostituendovi l'ossido di ferro, quello di cromo o di manganese, senza che venga altrimenti alterato nella sua forma e composizione. L'allume di ferro (il quale in luogo dell'allumina contiene ossido di ferro) è senza colore e per esterno aspetto non si discerne da quello formato con l'allumina. L'allume di cromo non per altro ne differisce che pel suo colore rosso cupo, e quello di manganese pel colore violetto. Se in una soluzione saturata a freddo di allume ordinario di allumina si depositi un cristallo di allume di cromo, le particelle dell'allume di allumina, che cristallizzansi durante la gradnata evaporazione dell'acqua, depongonsi sulle facce del cristallo di allume di cromo, non altrimenti che se fossero esse stesse particelle di allume di cromo. La faccia che tocca il fondo del vaso è quella che più rapidamente ingrandisce, e qualora, voltando giorno per giorno il cristallo, si fanno crescere in modo uniforme tutte le facce, ottiensi in fine un ottaedro regolare bianco e trasparente di allume di allumina, nel cui mezzo qual nocciuolo vedesi un ottaedro regolare e rosso cupo di allume di cromo.

In un modo affatto simile possiamo eliminare l'acido solforico dell'allume e sostituirgli l'acido cromico o il selenico similmente composti, e mettere in luogo della potassa l'ossido di ammonio, senza che la sua forma cristallina venga menomamente scambiata. E si è comprovato che non solo nel riferito esempio,

ovvero nell' allume, ma sì bene ovunque ed in ogni caso in cui l'allumina, l'ossido di ferro, l'ossido di cromo e l'acido selenico, nonchè la potassa e l'ossido di ammonio sostituisconsi l'uno altro, non varia la forma della nuova combinazione; unicamente nel caso in cui dietro siffatta sostituzione una nuova parte ingrediente venga ad aumentare le già esistenti, ovvero se da queste ultime ne venga una separata, vedrassi puranco alterata la forma cristallina, giacchè allora la composizione non mantiensi più uniforme.

Tutt' i corpi che in somiglianti combinazioni sostituisconsi l'un l'altro senza mutar la forma dei cristalli furono a grado a grado riconosciuti e disposti in gruppi; essi denominaronsi sostanze *isomorfe* (similmente conformate), col qual nome indicasi ottimamente siffatta loro proprietà. Dicesi quindi che il cloro, il bromo, il iodio, il cianogeno, il fluoro, ovvero che la calce, la magnesia, l'ossido di ferro e quello di manganese, sieno corpi isomorfi, significando con ciò, che le loro combinazioni analoghe abbiano forme cristalline eguali, e che gli stessi abbiano la proprietà di surrogarsi vicendevolmente nelle loro combinazioni, senza arrecare alcun mutamento nella forma del cristallo.

Non isfuggirà ad alcuno, che un cristallo di allume potrà contenere in quantità assai indeterminate o variabili dell'ossido di ferro ed allumina od anche della potassa ed ossido di ammonio, senza che perciò cessi d'essere un cristallo di allume; poichè sta precisamente nel carattere proprio delle sostanze isomorfe, che esse non sostituiscansi l'una all'altra solamente nelle particolari e fisse, ma bensì in tutte le immaginabili proporzioni. L'indicato ragguaglio di coteste combinazioni credevasi contraddire alle leggi di già risapute sulle relazioni salde e costanti delle combinazioni; ma ravvisata l'accennata cagione della simile forma e della pari attrazione tra le loro particelle, il fenomeno dichiarossi nel modo più semplice e più soddisfacente.

Questa bella scoperta fatta dal Tedesco Mitscherlich addivenne di singolar pregio ed importanza nella mineralogia. Innumerevoli ostacoli e difficoltà elevaronsi contra ogni sforzo di *ordinare* i minerali giusta le loro parti costituenti e la loro composizione; i più scrupolosi chimici contraddicevansi a vicenda sulla composizione dei minerali anche più distinti. Così nel *granato di Arendal* l'uno rinvenne al di là del 13 per cento di magnesia, la quale mancò affatto in quelli di Fahlun, del Vesuvio e simili; nel

granato nobile l'analisi vi rinvenne 27 per cento di allumina, di che nel *giallo di Altenau* non v'ha vestigio. — Quali sono dunque le parti integranti del *granato*? Qual è propriamente la sua composizione? — Tutto ciò si è semplicissimamente chiarito: dove mancava l'allumina trovossi l'isomorfo ossido di ferro; dove mancava la magnesia rinvennesi la isomorfa calce; si trovò che il *granato* contiene delle quantità alternantisi di ossidi isomorfi di ferro e di allumina, ovvero di calce, d'ossido di manganese, di ossido di ferro, le quali tra loro possono sostituirsi senza apportare mutamento alcuno nella forma della combinazione.

Le più precise misure dei cristalli hanno in seguito mostrato che le combinazioni analoghe di sostanze isomorfe non offrivano in tutt'i casi forme perfettamente eguali, ossia che gli angoli che le facce formano tra loro non sieno sempre identici; ed al certo la più bella pruova delle nostre idee sulla esistenza degli atomi è appunto quella, che coteste anomalie riuscirono intelligibili per mezzo di considerazioni tali che rannodansi alla teorica atomistica.

Figuriamoci in effetti un cristallo prodotto da che gli atomi si sono depositati gli uni dappresso agli altri, avendo ciascuno di essi una certa figura, e quella del cristallo totale dipendere dalla forma delle sue minime particelle; dovrà per necessità l'atomo dell'allumina occupare un dato spazio nell'atomo di allume. Or segregando da cotesto cristallo l'atomo di allumina e sostituendolo mercè un altro atomo di ossido di ferro, il cristallo di allume conserverà la sua forma geometrica qualora l'atomo di ossido di ferro possegga la forma stessa che l'atomo di allumina; ma solo nel caso che la sua grandezza sia del pari la stessa, ovvero che il suo volume pareggi quello dell'atomo di allumina, in questo solo caso la forma del cristallo di allume rimarrà assolutamente invariata; invece, se l'ossido isomorfo non riempie con tutta precisione lo spazio da compiersi, se il suo volume è maggiore o minore, dovrà tutto ciò rendersi sensibile mercè la reciproca inclinazione de' lati coll'asse del cristallo.

In modo assai ingegnoso si è giunto a paragonare lo spazio occupato dagli atomi di due sostanze isomorfe, le quali in una combinazione possono a vicenda sostituirsi l'una all'altra. È cosa generalmente conosciuta che i corpi solidi, i fluidi e gli aeriformi, a volume eguale, hanno un peso assai diverso. Così noi paragoniamo, quasi senza volerlo, lo spazio che occupa un pezzo di legno

con quello occupato da un pezzo di piombo, dicendo che il legno è più leggiero del piombo. Il peso di una libbra di legno è certamente lo stesso che quello di una libbra di piombo, ma un pollice cubo di piombo ha più di undici volte il peso di un pollice cubo di legno.

La differenza del peso che i corpi posseggono, a volumi eguali, fu dai fisici con grande esattezza dedotta ed espressa in numeri; questi appunto sono i conosciuti *numeri dei pesi specifici*.

In quel modo stesso che i pesi di due corpi, senza alcun riguardo allo spazio che occupano, vengono comparati, determinando quante volte una data unità di peso, p. e. una libbra, rinviensi ripetuta nella massa di ciascuno dei due, si è convenuto di far uso, nel fissare il peso specifico dei corpi, di una *unità di peso di volume determinato*. E' viene indicato da numeri per quante volte, a volumi eguali, un corpo sia più pesante di un altro, i quali numeri riportansi al peso di una massa di acqua che occupa un eguale volume. Il peso di un eguale volume di acqua è la misura, è la unità di peso, ed il numero indicante il peso specifico di un corpo, esprime quante volte il corpo a volume eguale pesi più o meno di essa, o sia quante volte l'unità di peso vi si trovi compresa.

Ricercando il peso di un corpo senza aver riguardo al suo volume (il peso assoluto), lo deponiamo in una coppa della bilancia, e sull'altra mettiamo tante unità di peso (di libbre p. e.) insino a che si abbia l'equilibrio; ella è cosa appieno arbitraria che le unità di peso sieno di piombo, di ferro, di platino, di legno o di altra qualsiasi materia. Supponiamo ora che in luogo di una libbra e di un'oncia di ferro, il peso sia di una libbra e di un'oncia di acqua, e che siasi situato il corpo sopra uno dei bacini della bilancia, e versato nell'altro tant'acqua quanta ne fa mestieri perchè i due bacini si mettessero in perfetto equilibrio, avremo il peso del corpo valutato in libbre o in once di acqua. Or se da noi confrontasi lo spazio che occupa il corpo pesato con quello che comprende l'acqua egualmente pesante, rileveremo con precisione, di quanto, a peso eguale, il volume dell'acqua sia maggiore o minore di quello del corpo.

Se porremo sur uno dei piatti della bilancia un pollice cubo di ferro, avrem d'uopo di 7 3/4 pollici cubi di acqua onde di nuovo ottener l'equilibrio; un pollice cubo di acqua è perciò 7 3/4 volte più leggiero di un pollice cubo di ferro, ossia, ciò che vale

lo stesso, un pollice cubo di ferro è 7 3/4 volte più pesante di un pollice cubo di acqua (1).

Se in uno de' piatti della bilancia mettiamo 100 parti in volume di olio di terebintina in equilibrio con acqua versata nell'altro e valutiamo l'acqua, troveremo che 86 parti di volume di questa pareggiano in peso quelle 100 parti in volume, ovvero 86 parti in peso di terebintina occupano lo stesso spazio che 100 parti in peso di acqua, ossia, a volume eguale, l'olio di terebintina pesa soltanto 86/100 d'acqua.

I pesi specifici altro non sono che i pesi dei corpi valutati ed indicati in pesi di un volume eguale di acqua.

Le quantità numeriche 7,75 pel ferro, 11,3 pel piombo, 1,989 per lo zolfo, 4,948 pel iodo, 1,38 per il cloro liquido, non abbisogneranno di altra dichiarazione, indicando essi appunto quante volte il ferro, il piombo, lo zolfo, il iodo, il cloro fluido pesino più di un eguale volume di acqua; la differenza del peso tra due volumi eguali di solfo e di ferro è quella delle cifre 1,989 e 7,75; tra volumi eguali di iodo e di cloro è come i numeri 4,948 e 1,38. La differenza in peso di due corpi di volumi eguali, come è di per sè chiaro, rimane costante, per quanto grande o piccolo vorremo supporre il loro comune volume; a seconda che varia il loro volume, cotesti valori numerici rendonsi maggiori o minori, ma sempre esattamente giusta il rapporto dell'incremento o del decremento in volume dell'uno o dell'altro. La differenza in peso tra due pollici cubi di iodo ed un pollice cubo di cloro esprimesi con due volte 4,948 = 9,896 e da 1,380, ec.

Deve esservi evidentemente una cagione perchè i corpi abbiano a parità di volume un peso diverso; or giusta la nostra ipotesi sulla costituzione de' corpi, ognuno di essi vien formato da un aggregato di minute particelle corporee pesanti, ciascuna del-

(1) A mostrare in che modo si determini con ogni rigore il volume dei corpi i quali non prestansi più alla misura diretta dei nostri istrumenti, citerò qui solo l'esempio della sabbia. S' immagini un vaso fornito di una scala graduata, che indichi esattamente il volume di quello in pollici cubi, di cui ognuno trovasi suddiviso in 100 parti. Se dopo riempito di acqua il vaso fino alla metà, noi versiamo nell'acqua la sabbia della quale anteriormente siasi ben determinato il peso, inalzerassi l'acqua, e ciò appunto per quanto importava il volume della sabbia versatavi: la differenza de' livelli indica il volume di questa in pollici e centesimi di pollici cubi.

le quali occupa un dato volume ed ha una forma determinata. Le nostre cognizioni sulle sostanze isomorfe pongono fuori di ogni dubbio il fatto che la loro sostituzione reciproca nelle combinazioni, senza indurre alcun cambiamento nelle forme del cristalli, derivi da che gli atomi di essi hanno grandezze eguali; e che se noi avvertiamo come nella sostituzione d'un corpo ad un altro la forma della combinazione si alteri, dobbiamo convenire, doversi cotesto mutamento attribuire agli atomi dell'altro corpo, i quali avranno una forma differente, ovvero non occupano lo stesso spazio nella combinazione. Tutto ciò tenuto presente ci conduce alla supposizione, che le particelle dei corpi, da noi chiamate atomi, abbiano pesi diversi o grandezze diverse. Mercè cotesta ipotesi intendesi il peso specifico in modo assai semplice. Che il piombo a volume eguale pesi più del ferro, il ferro più del solfo, il iodo più del cloro, risulta da che l'atomo del iodo o è più pesante di quello del cloro, ovvero che sotto lo stesso volume è contenuto un numero maggiore di atomi di piombo che, per esempio, di ferro.

Figuriamoci ora nel volume di un pollice cubo un numero eguale di atomi, e supponiamo che siano 1000 atomi di iodo o di cloro, i pesi specifici di questi esprimeranno evidentemente la differenza del peso de' loro atomi; se il pollice cubo di iodo pesa 4948 grani dovrà ancora un pollice cubo di cloro pesare per necessità 1380. grani; 1/1000 di pollice cubo di iodo, in cui trovasi 1 atomo di iodo, peserebbe perciò 4,948 grani; 1/1000 di pollice cubo di cloro, in cui sta un atomo di cloro, peserebbe 1,380 grani.

Il cloro ed il iodo sostituisconsi l'uno all'altro nelle combinazioni chimiche a norma degli equivalenti rispettivi; l'equivalente del cloro è 35,4; quello del iodo 126; inoltre questi due corpi sono tra loro isomorfi, vale a dire, essi sostituisconsi nelle combinazioni simili senza alterarne la forma cristallina. Ora se noi riteniamo che i loro atomi sieno di pari volume ed abbiano la identica forma, e se lo stesso volume contiene effettivamente un numero eguale di atomi del iodo e di quelli del cloro, le loro parti di peso specifico dovranno in fatti serbare tra loro la relazione stessa che i rispettivi numeri degli equivalenti, ovvero pesi atomistici. Onde eliminare da una combinazione 4,948 grani di iodo e sostituire a questi il cloro avremo bisogno esattamente di 1,380 grani di quest' ultimo. Una semplice applica-

zione della regola del tre ci chiarisce che ciò ha luogo veramente; il peso specifico del iodo sta a quello del cloro come 4,948 a 1,380, ovvero, ciò che dà perfettamente la stessa relativa proporzione, come i loro equivalenti 126 di iodo a 35,4 di cloro.

Questo memorabile rapporto, mercè il quale inaspettatamente una proprietà fisica (il peso specifico) venne chiamata a parte delle riflessioni filosofiche, si è comprovato in tutte le sostanze isomorfe; i numeri del loro pesi specifici esprimono i quantitativi con cui esse sostituisconsi nelle combinazioni; un tal rapporto è la stessissimo di quello che conosciamo per le cifre degli equivalenti, ed ogni qualvolta notisi un'anomalia nei corpi isomorfi, ovvero si vede che i pesi specifici non si accordano appieno con i numeri degli equivalenti nel senso indicato, rendesi pur ciò palese nella inclinazione delle facce del cristallo, e negli angoli, p. e., che gli spigoli fanno coll'asse del cristallo. La forma rimane identica soltanto nel caso che gli atomi delle sostanze isomorfe che sostituisconsi abbiano volumi e figure eguali. Se il volume dell'atomo che subentra è minore di quello che staccasi dalla combinazione, dovrà ciò rilevarsi nella forma del novello cristallo.

Onde esprimere numericamente lo spazio che occupano e riempiono gli atomi ne' varii corpi, si è ricorso alle seguenti considerazioni.

Immaginiamo che i valori dati pe' numeri equivalenti sieno de' pesi effettivi; supponiamo che il valore 35,4 del cloro significhi 35,4 once di cloro, quello di 126 del iodo sia di 126 once di iodo, 28 del ferro sieno 28 once di ferro e i 29,6 del nichel siano 29,6 once di nichel e dividiamo ognuno di questi pel peso di un pollice cubo di cloro, di iodio, di ferro, di nichel, ossia, ciò che importa la stessa cosa, pei loro pesi specifici, 1 pollice cubo di acqua, supposto un'oncia, peserà allora 1 pollice cubo di cloro oncia 1,380, un pollice cubo di iodo once 4,948, un pollice cubo di ferro once 7,750, un pollice cubo di nichel once 8,477, e diverrà chiaro che in tal modo si giungerà a conoscere quanti pollici di cloro, di iodio, di nichel e di ferro sieno contenuti in ciascuno equivalente di tutti e singoli questi corpi, ovvero i quozienti ottenuti esprimeranno in pollici cubi quanto spazio occupi un equivalente di cloro, di iodo, di ferro, di nichel, cioè il rapporto dei loro volumi agli equivalenti o pesi atomistici.

Or secondo la nostra ipotesi gli atomi delle sostanze isomorfe sono della stessa forma e grandezza, ed in eguali parti di spazio il loro numero è ancora eguale. Se in un equivalente di cloro sono effettivamente contenuti altrettanti atomi che in un equivalente di iodo, dovremo, dividendo il peso specifico pel peso atomistico, ottenere quozienti eguali; 35,4 il peso atomistico del cloro, diviso per 1,380 suo peso specifico dà il valore 25; e 126, peso atomistico del iodo, diviso per 4,948 dà egualmente lo stesso valore 25.

Ben si vede che secondo la nostra supposizione ciò non poteva essere altrimenti. Il peso atomistico, ovvero il numero degli equivalenti de' corpi isomorfi, diviso pel peso specifico deve necessariamente dare un quoziente eguale, appunto perchè sotto volumi eguali contiensi un numero eguale di atomi; se cotesto numero non sia tale, o se gli atomi differiscono nella forma e grandezza, risulterà siffatta anomalia ancora in que' quozienti. Ora ciò rende la conoscenza di cotali numeri molto preziosa ne' confronti, e per dar loro un nome furono essi detti *volumi atomistici*, o *volumi specifici*. Così, per es. si direbbe essere il volume atomistico del cloro 25, quello del iodo egualmente 25: entrambi sono identici, essi sono isomorfi; il volume atomistico del solfo è 8 e differisce assai da quello del cloro con cui non è isomorfo, ma esso è identico con quello del selenio con cui trovasi in relazione d' isomorfismo.

Tali numeri fanno in conseguenza vedere a colpo d'occhio quali corpi contengono un numero eguale o ineguale di atomi a volume eguale; i loro reciproci rapporti possono per essi mettersi in confronto, e la loro esatta determinazione è di somma importanza.

LETTERA IX.

Trattandosi de' progressi dello sviluppo della chimica moderna non possiamo far a meno di rendere i giusti encomii ai mezzi ed agli stromenti di cui si serve il chimico nelle sue sperienze. Senza il vetro, il sughero, il platino ed il *cautschouc* (gomma elastica), noi non saremmo probabilmente che a mezzo cammino. L'alto prezzo degli apparecchi ai tempi di Lavoisier non permetteva che a pochi soltanto e ricchissimi di occuparsi di chimiche indagini.

Tutti conoscono le maravigliose proprietà del vetro; trasparente, senza colore, inattaccabile dagli acidi e dalla maggior parte de' liquidi, a dato calore duttile e pieghevole come la cera, esso prende in mano del chimico, alla fiamma di una lampada a olio, la forma e la figura di tutti gli apparati che gli servono nei suoi lavori.

Quali preziose qualità non riunisce in sè il sughero! Non se ne potrebbe mai abbastanza apprezzare il valore e riconoscerne la virtù. Invano uno stillerebbési il cervello per sostituire un' altra cosa al sughero qual turacciolo comunissimo di una boccia. S'immagini una massa cedevole, oltremodo elastica, fornita dalla stessa natura di una sostanza che tien il mezzo tra la cera, il sevo e la resina (dalla soverina), per cui essa acquista la proprietà di rendersi impenetrabile ai liquidi, ed anche sino ad un dato punto a tutt'i gas. Con sughero noi componiamo apparati complicatissimi di vetro senza aver bisogno del metalliere o del meccanico, di viti o di chiavette. Per quanto gli apparati del chimico son di modico prezzo, altrettanto n' è facile e pronta la costruzione e la rinnovazione.

Neppure una sola analisi minerale potrebbesi eseguire senza platino. Il minerale dev'essere disgregato, e preparato allo scioglimento. Il vetro, la porcellana e tutti i crogiuoli non metallici di ogni genere sono distrutti dai mezzi impiegati per iscomporlo; quelli di argento e d'oro liquefarrebbonsi ad elevate tem-

perature; il platino costa meno dell' oro; esso è più duro e resiste più dell'argento, regge a tutti i gradi di calore dei nostri fornelli, non è attaccato nè dagli acidi, nè dai carbonati alcalini, riunendo in sè tutte le proprietà dell'oro e della infusibile porcellana. Senza il platino la composizione della maggior parte de' minerali sarebbe probabilmente ancora sconosciuta. Senza sughero e *cautschouc* non potremmo far di meno del meccanico in nessuno dei nostri lavori. Senza il *cautschouc* i nostri apparati diventerebbero più costosi e più fragili; ma l' utile positivo che da questi due corpi ricaviamo sta nel risparmio del tempo, che è ben più prezioso.

Oggidì il lavoratorio del chimico non è più la volta tetra e fredda a pruova di fuoco del metallurgo, nè tampoco somiglia al lavoratorio imbarazzato di storte e di lambicchi del farmacista; esso è una stanza lucida, calda, allegra, ove, invece di fornaci e di carboni, si adoperano lampade ben costruite per la fusione, a cui la pura fiamma dello spirito di vino o quella del gas somministra il fuoco necessario. Con questi mezzi semplici e coll' aiuto della bilancia il chimico esegue le sue più ampie ricerche.

Il pesare ed il misurare distinguono la chimica dalla fisica, nè fra esse vi ha altra differenza. I fisici misurano da secoli, ma i chimici non pesano che da cinquant'anni in qua. Le grandi scoperte di Lavoisier sono dovute alla bilancia, a quell' istrumento incomparabile che rafferma tutte le osservazioni e scoperte, che trionfa del dubbio e mette in chiaro la verità, che ci dimostra se abbiamo errato o pur ci troviamo sul diritto sentiero. Con la bilancia il regno di Aristotile vide la sua fine, ed al suo metodo di far un giuoco dello spirito la spiegazione di un fenomeno naturale subentrò la vera investigazione della natura. Da quel tempo tre de' suoi elementi più non sono che l'espressione di stati diversi. Quanto esiste sulla terra ebbe di poi come prima lo stato solido, liquido ed aeriforme; ma terra, acqua ed aria quali elementi appartengono soltanto alla storia, ed il fuoco divenne il rappresentante visibile e sensibile del cangiamento di questi stati.

Il rintracciare la composizione della solida corteccia del globo era principale scopo della generazione che succedeva a Lavoisier; la composizione dell'aria e dell'acqua era stata stabilita da lui. Ai diciotto metalli conosciuti se ne aggiunsero trentadue altri quali parti componenti i minerali. La grande lacuna che esisteva fra l'ossigeno ed i metalli si riempì, e di grado in grado tramu-

tossi in un passaggio. La grande massa dei minerali risultò composta di due o più ossidi in proporzioni costanti ed invariabili, quali combinazioni di ossidi metallici da un lato con altri ossidi, di cui i radicali, carbonio e silicio, scostavansi essenzialmente dai metalli nelle loro proprietà. I solfidi, ne' quali lo zolfo opera da ossigeno, formarono un'altra classe di minerali; se si eccettua un clorido (il sal comune), la massa dei rimanenti, dei fluoridi, degli arsenidi, ec., è quasi infinitamente piccola.

La chimica minerale non si appagò della sola analisi, ma dimostrò per via di sintesi la formazione della pietra pomice, del feldspato, della mica, dei solfuri, ec. La corona di ogni scoperta della chimica inorganica circa la produzione dei minerali era incontrastabilmente il fare artificialmente il lapislazzoli. Nessun minerale era fatto per destare maggior interesse di questo. Del più bello azzurro cilestro, inalterabile all' aria ed al fuoco più vivo, le sottilissime sue parti somministravano il colore più prezioso alla pittura. L'oltremare costava più dell'oro; farlo artificialmente sembrava impossibile, poichè invano l'analisi vi aveva cercato un pigmento, che affatto non esisteva. Silice, argilla e soda, materie tutte e tre senza colori — solfo e ferro, ambidue non azzurri, — vi avea soltanto rinvenuto, nè verun altro corpo, a cui potesse ascriversi il colore. Con silice, argilla, soda, ferro e solfo si fabbricano ora migliaia di libbre di oltremare più bello ancora del naturale, e col danaro, che prima spendevasi per un' oncia, ora se ne comprano libbre.

Si può dire che con la produzione artificiale del lapislazzoli cessò quello dei minerali di esser oggetto di tema scientifico ai chimici. Se perciò essa debba cessare di occupare i geologi, chi potrebbe dubitarne? — ma ci vorrà tempo prima che questi si risolvano a far de' saggi, che non possono più aspettarsi dai chimici, appunto perchè ogni interesse in ciò è per essi esaurito: il chimico a questo riguardo non ha più quistione veruna a sciogliere.

Conosciute le parti costituenti la solida corteccia del globo, e le relazioni reciproche delle sostanze non scomponibili al di là dei metalli e metalloidi, la costituzione di un ordine più elevato di alcuni elementi mercè della forza vitale nella pianta e nell' animale, dietro il naturale progresso delle ricerche sulla natura, dovette di necessità occupare immediatamente i chimici. Una nuova scienza, inesauribile come la vita stessa, spuntò dal sano e fermo ceppo della chimica inorganica: dopo le gemme,

dopo le foglie ed i rami, debbono sbucciare i fiori, e dopo questi venire i frutti; la chimica vegetale ed animale di unita alla fisiologia cerca di esplorare le misteriose fonti della vita organica.

LETTERA X.

Nella lettera antecedente vi rammentai che gli elementi degli antichi non più si stimano se non qual simboli delle forme ovvero degli stati in cui la materia ci si presenta; posso ora aggiungere, che siffatti stati dei corpi sono soltanto relativamente costanti, e che la chimica moderna nulla ammette di assolutamente solido, liquido, od aeriforme. E di vero, il platino, l'argilla, il cristallo di rocca, resistono al più ardente fuoco dei nostri fornelli, ma struggonsi come cera alla fiamma del gas detonante, e dei 28 gas son conosciuti 25 in forma di liquidi e 9 in forma di corpi solidi.

La legge di MARIOTTE sin quì creduta vera per tutt'i gas, ha perduto la sua validità universale. Essi non tutti decrescono in ragione diretta della forza con cui vengono compressi; la maggior parte bensì occupa, sotto una pressione dupla o tripla, soltanto la metà od il terzo del loro spazio primitivo; ma di già ad una pressione qnadrupla, la diminuzione in volume dei gas acido solforoso e quella del gas cianogeno non corrisponde più a siffatta pressione, essa è assai più grande. Il gas ammoniacale compresso ad un sesto, ed il gas acido carbonico ad 1/36 del volume, ch'essi hanno sotto la pressione ordinaria dell'aria, cessano di conformarsi alla legge di MARIOTTE. Una parte dei gas esposti a queste pressioni perde la sua forma aerea e assume quella di liquido, ed in sul momento che la pressione diminuisce gassificasi di bel nuovo.

Gli apparati di cui FARADAY si servì onde ridurre i gas allo stato liquido son degni di ammirazione per la loro semplicità. Un forte abbassamento di temperatura, artificialmente prodotto, od un semplice cannello di vetro piegato ad angolo ottuso, fan le veci delle più possenti macchine a compressione. Riscaldato in un can-

nello aperto di vetro il cianuro di mercurio scomponesi in gas cianogeno e mercurio metallico; in un cannello ermeticamente chiuso ai due capi il calore opera la scomposizione come prima, ma il gas non può sfuggire e trovasi quindi rinchiuso in uno spazio centinaia di volte più ristretto di quello che occuperebbe sotto la pressione ordinaria dell'atmosfera in un cannello aperto: quindi la natural conseguenza, che raffreddando noi debolmente la estremità non riscaldata, la maggior parte del gas assume la forma liquida.

Versando in un vaso aperto dell'acido solforico sopra una pietra calcare vediamo sfuggire il gas acido carbonico con effervescenza; questa scomposizione operata in un vaso chiuso di ferro bastantemente forte, ci somministra libbre di acido carbonico liquido. Sotto la pressione di 36 atmosfere l'acido carbonico si separa dai corpi ai quali trovasi combinato, in forma di liquido.

A tutt'i lettori delle Gazzette non sono ignote le proprietà notevoli di questo acido carbonico liquido. Un getto sottile che di esso si fa effondere nell'aria, riacquista con istraordinaria prontezza la sua primitiva forma di gas, e gassificandosi, questa parte sottrae all'altra rimasta liquida una quantità di calorico così grande da farla congelare in forma di una bianca neve. E di fatto questa sostanza cristallina a prima vista fu creduta vera neve, proveniente dal vapore in tal forma precipitato dall'aria, ma esaminandola più da vicino si vide ben presto consistere in puro acido carbonico congelato, di cui la temperatura si trova almeno essere quella di 80 gradi al di sotto del punto di congelazione dell'acqua.

A siffatta bassa temperatura l'acido carbonico ha delle proprietà simili a quelle della neve; si può esporlo, come questa, ad una temperatura più alta, senza che perciò esso si riscaldasse al di sopra del suo punto di fusione, e ciò fino a che ne esista ancora una parte in istato solido. Nell'aria libera esso si evapora continuatamente con minore rapidità però che nello stato liquido, in cui ha una temperatura più alta, poichè la tendenza di un corpo ad assumere la forma gassosa è assai meno una proprietà della sua materia che quella del suo contenuto di calorico. Perciò l'acido carbonico solido può evaporare soltanto in quelle proporzioni in cui riceve il calorico dall'ambiente. Esposto all'aria libera, ovvero buttato in una capsula arroventata, esso evapora e mantiene la sua forma solida; e fintanto che questa perdura mantiene

altresì la sua bassa temperatura. Un afflusso più rapido di calorico accelera il suo passaggio allo stato aereo, senza che l'acido carbonico che rimane in istato solido si alterasse perciò minimamente. Prendendo l'acido carbonico solido nelle mani o tra le dita se ne avverte poco il prodigioso grado di freddo; perchè la sua struttura fioccosa, simile a quella della neve, viene soltanto in pochissimi punti a contatto della cute, e perciò le può sottrarre poca quantità di calorico. Ma premendo fortemente contro la cute l'acido carbonico congelato e facendolo ben combaciare con essa, la circolazione del sangue nel punto toccato si arresta, come se quel punto fosse stato toccato con un ferro debolmente incandescente; vi nasce una macchia bianca, in 15 minuti secondi una bolla, ed in due minuti primi vedesi un incavo bianco; indi succede il marcimento e poscia la guarigione della piaga.

La bianca e solida neve dell'acido carbonico si bagna con l'etere che vi si versa, e la sua bassa temperatura si comunica all'etere stesso come a tutti gli altri corpi che questo bagna. Dieci e più libbre di mercurio, poste in contatto con una mescolanza di etere e di acido carbonico solido, divengono in pochi istanti solide e malleabili. Se il miscuglio di etere e di acido carbonico viene introdotto nella campana pneumatica e si opera il vuoto, nasce, per l'accelerata evaporazione, un grado di freddo tale (—100°C.—110°C.), che in maggior parte i gas composti vi diventano fluidi e che molti di essi congelano in masse solide (Faradey).

Il bagnamento è la prima e la più importante condizione di una rapida comunicazione o di una rapida privazione di calorico. La deliquescenza, e l'aderire di una goccia di acqua sul vetro, sul legno, o sui metalli, poggia sopra una chimica attrazione, la quale tra le parti della superficie del corpo solido ed il fluido è visibilmente maggiore di quella che le particelle del fluido esercitano le une sulle altre; se questa ultima fosse maggiore, il fluido conserverebbe la sua forma sferoidale, ed il corpo solido non ne sarebbe bagnato. Questa è la cagione perchè il mercurio va in deliquescenza sullo stagno, mentre sul vetro conserva la sua forma sferica.

Da ciò spiegasi quel fenomeno sorprendente, conosciuto sotto il nome di esperimento di Leidenfrost. Una goccia di acqua fredda, o meglio di acqua bollente spruzzata sopra una lamina di ferro arroventata, vi si muove saltellando, conserva la sua forma

sferoidale, e siccome non bagna la lamina, non ne riceve che poco calorico. In questo stato la sua evaporazione vien trattenuta e ritardata straordinariamente (1).

Un tragico esempio ha renduto manifesto l'estremo pericolo della preparazione dell'acido carbonico mercè la reazione dell'acido solforico sul bicarbonato di soda, la quale è accompagnata da un eccessivo sviluppo di calorico. Un momento prima di cominciar la lezione nella scuola farmaceutica di Parigi crepossi durante la preparazione, nel lavoratorio, il cilindro di ferro (della lunghezza di 2 piedi e mezzo e del diametro di 1) in cui erasi sviluppato l'acido carbonico, ed i suoi frantumi, con orribile im-

(1) La cagione di questo fenomeno si spiega facilmente. La temperatura del metallo si può innalzare assai al di là del calore incandescente; quella dell'acqua esposta all'aria libera non si accresce al di là del suo punto di ebollizione. A misura che la temperatura del ferro si aumenta, decresce l'attrazione che le particelle del ferro esercitano le une sulle altre e sulle particelle dell'acqua. L'attrazione delle particelle dell'acqua su quelle del ferro essendo diminuita, l'attrazione che le singole particelle dell'acqua esercitano le une sulle altre rimane inalterata, perchè la loro temperatura non si aumenta ulteriormente. Ad una data temperie di calore l'attrazione vicendevole tra le singole particelle acquose è maggiore, e perciò non vi ha più luogo a bagnamento. Cessando questo ultimo, il passaggio del calorico dal metallo al fluido viene impedito.

Tutti i fluidi che si evaporano, si comportano, posti nelle stesse circostanze, in una maniera affatto simile a quella dell'acqua. L'acido solforoso fluido versato in un crogiuolo arroventato di platino o di argento conserva il suo stato sferoidale, la sua temperatura non eccede il suo punto di ebollizione, e siccome questo sta al di sotto di quello dell'acqua per dieci gradi, si può far congelare nel crogiuolo arroventato l'acqua che in un piccolo recipiente s'immerge nell'acido. Nel modo stesso comportasi una mescolanza di acido solforoso e di etere con l'acido carbonico solido in un crogiuolo arroventato. Il miscuglio, perchè passi allo stato gassoso, abbisogna quasi dello stesso tempo che nell'aria libera all'ordinaria temperatura. Se in cosiffatto miscuglio s'introduce un piccolo vasetto con mercurio, il mercurio contenutovi si congela e diventa solido. Egli è ben noto che la mano umida o nmettata si può tuffare e muovere lentamente nel piombo fuso allo stato d'incandescenza bianca senza che si scottasse la mano, ed anche senza che si sentisse quell'eccessivo grado di calore; mentre il ferro caldo o il rame (non incandescenti) producono immediatamente delle bolle e delle scottature. Su ciò appunto poggiasi l'abilità degli antichi sacerdoti nella pruova del ferro rovente; essi erano giudici inappellabili, e sapevano convincere la moltitudine della colpa o della innocenza degli accusati.

petuosità disgiungendosi, troncarono entrambe le gambe all'assistente vicino, che in seguito ne morì. Non senza orrore si può pensare alla rovina che lo scoppio di questo vaso fortissimo di ferro fuso, affatto simile ad un cannone, avrebbe prodotto in una sala tutta affoliata di uditori, e questo stesso vaso avea già servito più volte alla stessa preparazione, circostanza la quale rimosse ogni ombra di pericolo dalla mente.

Per lo svolgimento del gas acido carbonico e per la sua liquefazione s'impiegano adesso due apparecchi separati; così la preparazione non è più accompagnata da alcun pericolo. Per la liquefazione del gas si adopera una tromba ordinaria a pressione, per mezzo della quale l'acido carbonico vien compresso in un vaso di ferro battuto, capace a reggere, senza creparsi, alla decupla ed anche ad una maggiore pressione dell'acido carbonico liquido.

Dopo che si seppe che la maggior parte dei gas divengono fluidi o per la pressione o pel freddo, la proprietà singolare del carbone poroso di assorbire e condensare, da dieci a venti, e fino a settanta e novanta volte, il volume di molti gas, come di quello ammoniacale e dell' idroclorico, non fu più un enimma. Nei pori del carbone questi gas trovansi racchiusi in uno spazio centinaia di volte minore; non più potevasi dubitare che essi in parte avessero assunto lo stato liquido oppure solido. In questo, come in mille altri casi, l' azione chimica surroga la forza meccanica; il significato di aderenza ottenne maggiore estensione, e se prima un cambiamento di stato con esso non era compatibile, ora la cagione dell'aderenza di un gas alla superficie di un corpo solido diviene il contrapposto della dissoluzione.

La più minuta particella di un gas, p. e. quella dell'aria, si fa, mercè la semplice pressione meccanica, restringere in uno spazio centinaia di volte più piccolo; la sua massa sta alla superficie misurabile di un corpo solido come quella di un globicciuolo di midollo di sambuco sta ad una montagna. Per la semplice azione della massa, come effetto della gravità, le particelle di gas debbono venire attratte dal corpo solido e rimanere aderenti alla sua superficie. Se ora per debole che sia vi coopera un'azione chimica, i gas coercibili non possono più serbare lo stato proprio.

La condensazione dell'aria sopra un pollice quadrato di superficie in verità non è misurabile; ma se noi ci figuriamo una superficie di qualche centinaio di piedi quadrati, contenuta nello spazio di un pollice cubo di un corpo solido, e portiamo questo

in un volume limitato di gas, vedremo, che tutt'i gas senza distinzione diminuiscono di volume, ovvero, come si suol dire, vengono assorbiti; i pori di un pollice cubo di carbone di faggio hanno al minimo una superficie di 100 piedi quadrati.

La proprietà di assorbire i gas cresce nelle diverse specie di carboni in ragion diretta del numero dei pori che sono contenuti in un determinato volume, vale a dire, i carboni con grandi pori assorbiscono assai meno di quelli con piccoli pori.

Così ancora tutte le materie con pori, le diverse rocce e pietre porose, la terra vegetabile, sono veri aspiratori dell'aria e quindi anche dell'ossigeno; ogni minima loro particella si riveste di una propria atmosfera di ossigeno condensato, e se a queste trovansi vicine altre materie atte a potersi combinare coll'ossigeno assorbito, per es., di quelle contenenti del carbonio o dell'idrogeno, esse tramutansi in acido carbonico od in acqua, ossia in sostanze che servono di alimento alle piante. Il calorico che si sviluppa durante l'assorbimento di quest'aria o del vapore acquoso, nonchè quello ch'emana dalla terra bagnata dalla pioggia, fu conosciuto esser la conseguenza di una condensazione operata mercè siffatta funzione delle superficie.

Tra i corpi che assorbiscono l'ossigeno, il platino metallico è quello che fra tutti è degno della nostra attenzione. Le particelle di questo metallo lucido e bianco, allorchè si precipitano dalle dissoluzioni ne' fluidi, ottengonsi divise talmente sottili, che non riflettono più la luce; esse hanno allora l'aspetto del negrofumo. In questo stato il platino assorbisce oltre le 800 volte il volume dei suoi pori di gas ossigeno, e questo vi si deve trovare in uno stato di condensazione maggiore di quello dell'acqua liquida.

Questo stato di condensazione, in cui il gas ossigeno trovasi alla superficie del platino metallico, prestasi eccellentemente a rendere manifeste le proprietà di questo, come ancora di tutti gli altri gas, verso i quali il platino si comporta nello stesso modo: il carattere chimico dei gas cresce a misura che il carattere fisico diminuisce.

Questo ultimo consiste nella continua tendenza delle loro molecole a discostarsi l'una dall'altra; e dappoichè l'azione chimica opera soltanto in una certa vicinanza, facilmente comprendesi, che la elasticità de' gas è un principale impedimento che l'azione chimica incontra nel suo esercizio, perchè la proprietà repulsiva delle particelle di un gas è appunto l'opposto di ciò che si chiama attrazione.

I gas condensati nei pori dei corpi porosi manifestano una attività chimica estraordinariamente grande. Combinazioni che nello stato ordinario l'ossigeno non poteva effettuare, scomposizioni che non riusciva ad eseguire, operansi con la massima facilità nei pori del platino che ritengono l'ossigeno condensato.

In siffatto nero di platino e nella stessa spugna di questo metallo possediamo un vero mobile perpetuo, un orologio, che scaricato, da per sè si ricarica, una forza che non mai s'esaurisce, nonchè effetti dei più potenti che all'infinito si ripetono.

Se sulla spugna di platino, i cui pori contengono del gas ossigeno condensato, noi facciamo scorrere una corrente d'idrogeno, vedremo ben presto il platino divenire incandescente ed il gas idrogeno affluente accendersi. Questo fenomeno sorprendente riposa sopra una formazione di acqua, che nei pori del platino si effettua. Il gas idrogeno, che con l'ossigeno non condensato non si combina mai senza accensione, entra direttamente in combinazione con esso quando è condensato. Nell'interno della spugna di platino si forma dell'acqua, e la conseguenza immediata di questa formazione di acqua, cioè della combustione dell'idrogeno, è uno sprigionamento di calorico, in virtù del quale il platino diventa incandescente, onde il gas affluente vi s'infiamma. Se interrompiamo la corrente del gas infiammabile, i pori del platino riempionsi, in un istante impercettibile, nuovamente di ossigeno, e si può il medesimo fenomeno a piacimento riprodurre una seconda volta, e così all'infinito.

Rispetto a molti gas infiammabili il platino metallico si comporta nel modo stesso che verso il gas idrogeno; per mezzo suo si effettua la loro combinazione con l'ossigeno, e la combustibilità di essi ne viene aumentata. Molti gas che per se non sono infiammabili, ardono facilmente qualora mescolati con del gas ossigeno vengono sospinti sopra una spugna di platino fortemente riscaldata. Una delle combustioni più notevoli di questa specie è quella del gas ammoniacale. Questo gas, che componesi di azoto e d'idrogeno, si abbrucia perfettamente, in maniera però che dall'ossigeno si forma dell'acqua, e dall'azoto, se vi è la necessaria quantità di ossigeno, la massima ossidazione sua conosciuta sotto il nome di acido nitrico.

Se in un recipiente d'aria si abbrucia un pezzo di solfo, producesi una combinazione gassiforme del solfo coll'ossigeno dell'aria, che tutti conoscono. L'odore emanato dal solfo in atto

di combustione proviene da questo gas, ch'è l'acido solforoso.

Combinandosi questo, in contatto di una certa quantità di acqua, con un'altra metà della quantità di ossigeno che di già contiene, producesi l'acido solforico, tanto importante per la sua applicazione nelle industrie.

Nella fabbricazione dell'acido solforico dal solfo, l'aria è quella che fornisce tutto l'ossigeno necessario alla formazione di esso. Ma il gas acido solforoso, che si forma dietro la combustione del solfo, non si fa combinare direttamente con il gas ossigeno libero per formare l'acido solforico. Siffatta combinazione però si effettua facilmente se all'acido solforoso presentasi l'ossigeno nello stato di combinazioni poco energiche.

Se all'acqua di fonte o di fiume, la quale contiene in soluzione del gas ossigeno, noi aggiungiamo dell'acido solforoso, questo si convertirà in acido solforico combinandosi con l'ossigeno ch'è sciolto nell'acqua.

Nel modo stesso, per mezzo della solforazione, togliesi al vino l'ossigeno che aveva dall'aria assorbito nell'atto che si travasava nelle botti, e s'impedisce così la formazione dell'acido acetico.

In una maniera del tutto simile comportasi il platino: introdotto in un miscuglio di gas ossigeno e di gas acido solforoso, esso comunica all'ossigeno la virtù di potersi combinare con l'acido solforoso e tramutarsi in acido solforico.

Facendosi passare il miscuglio dei due gas sopra della spugna di platino, che in un tubo di vetro si mantiene in uno stato di debole incandescenza, uscirà dall'estremità opposta del tubo l'acido solforico anidro, che nell'aria umida si vedrà formare una bianca e densa nube di vapori. L'umidità dell'aria combinasi coll'acido solforico formandone l'idrato, ossia quell'acido che trovasi in commercio.

E nella stessa guisa che agisce il platino agisce ancora il gas che si sviluppa dal nitro nella fabbricazione dell'acido solforico. È desso il noto ossido gassiforme dell'azoto, il quale mischiato con dell'aria dà luogo a vapori rosso-brunastri, poichè possiede la proprietà, che raramente incontrasi nei gas, quella cioè di entrare direttamente in combinazione coll'ossigeno dell'aria. In presenza della umidità e di una quantità sufficiente di ossigeno, l'ossido nitrico tramutasi in acido nitrico. Questo acido incontrando l'acido solforoso ritorna al momento nello stato di

ossido nitrico, e tutto l'ossigeno che esso aveva ricevuto onde trasformarsi in acido nitrico passa all'acido solforoso che si trasforma in acido solforico. Chiaramente si comprende da ciò come il gas ossido nitrico, non avendo sofferta alcuna alterazione, possa benissimo servire ripetute volte allo stesso ufficio: onde in contatto dell'aria e dell'umidità si tramuterà di bel nuovo in acido nitrico, ed incontrando un'altra volta dell'acido solforoso avrà luogo ancora la formazione di acido solforico ed il ritorno del gas acido nitrico allo stato di ossido nitrico.

Una stessa quantità di gas ossido nitrico, come si vede, potrebbe servire a tramutare in acido solforico quantità illimitate di acido solforoso, senza che venisse a perdere le sue facoltà, le quali, simili a quelle del platino, consistono in ciò, che esso toglie all'aria l'ossigeno, e lo trasferisce all'acido solforoso.

Quando tutto l'acido solforoso si è convertito in acido solforico, il gas ossido nitrico rimane o come tale, o in forma di un ossido superiore. Nelle fabbriche di acido solforico si fa abbruciare del solfo ed il miscuglio di acido solforoso coll'aria si fa entrare in lunghi cameroni con pareti di piombo. In questo grande spazio la corrente aerea si mette in contatto con dell'acido nitrico e con del vapore acquoso; vi si sprigiona del gas ossido nitrico, per mezzo del quale tutto l'acido solforoso, traversando le camere di piombo, convertesi in acido solforico nel modo sopra indicato. Soltanto quando vi ha difetto di ossigeno, allora il fabbricante soffre una perdita di acido solforico. Se l'ossigeno necessario non manca, il gas ossido nitrico esce dalla camera in forma di acido nitroso, e può essere raccolto mercè degli apparati convenienti e servire di bel nuovo.

Per mezzo del platino non solamente l'ammoniaca si converte in acido nitroso, nel modo sopra descritto, ma anche gli ossidi di azoto ed altre combinazioni gassiformi dell'azoto si possono rimutare di nuovo in ammoniaca. Trovandosi questi ossidi mescolati con del gas idrogeno in eccesso e posti in contatto con una spugna di platino riscaldata, gli elementi dell'ossido di azoto si combinano coll'idrogeno, formando, l'ossigeno, acqua e l'azoto, ammoniaca.

Questi fenomeni sono notevoli perchè l'idrogeno non si fa direttamente combinare con l'azoto formando ammoniaca. Noi non conosciamo nessun altro caso, in cui una tale combinazione dei due elementi possa effettuarsi.

Lo stato libero è un impedimento alla riunione, ma incatenati una volta che sono gli elementi, essi sieguono la direzione qualunque essa sia che loro si volesse dare.

Nelle loro combinazioni chimiche, gli elementi, sono dotati di proprietà differenti da quelle che posseggono nello stato di libertà; e ciò avviene appunto perchè, entrando in combinazioni, essi ne perdono molte di quelle che sono di ostacolo alla loro azione chimica. Il semplice cambiamento dello stato gassoso dell'ossigeno condensato nei pori del platino gli dà delle proprietà che non ha nello stato libero. Nel convertirsi del gas ossido nitrico in ammoniaca, l'ossigeno di quello combinasi coll'idrogeno e forma dell'acqua, siccome sempre avviene in simili circostanze; così l'azoto di esso si unisce all'idrogeno, la qual cosa non ha luogo altrimenti: però questo azoto non è già allo stato ordinario e libero, ma è bensì dell'azoto gassiforme allo *stato nascente.*

In moltissimi casi egli riesce di combinare chimicamente due corpi, i quali tra loro non si uniscono direttamente, mettendoli insieme in contatto nel punto che l'uno di essi, ovvero tutti e due, escono da altre combinazioni. Siffatto stato, in cui essi ritrovansi allora, è appunto quello che il chimico chiama *stato nascente;* e la conoscenza delle vie per mezzo delle quali egli riesce a far agire i corpi gli uni sugli altri nello stato nascente, è una delle più importanti esigenze dell'arte di produrre combinazioni in generale.

Si è osservato che una quantità di altri corpi, benchè in minor grado, possiede la medesima proprietà del platino; la stessa porcellana ridotta in fina polvere, come ancora la pietra pomice ordinaria, operano la combinazione dell'idrogeno con l'ossigeno in acqua, e quella dell'acido solforoso con l'ossigeno in acido solforico, a temperature in cui questi corpi in altri casi non entrano in combinazione.

Nella scoperta di questa facoltà dei corpi solidi, massime in quei porosi, una numerosa serie di fenomeni finora rimasta non spiegata trovò la più bella e soddisfacente spiegazione. La trasformazione dello spirito di vino in aceto, la presente nostra fabbricazione speditiva dell'aceto, che fuori dubbio costituisce un ramo importantissimo dell'economia rurale, fondasi oggidì sui principii ai quali si è pervenuto per la esatta ricognizione delle anzidette proprietà.

LETTERA XI.

L' estrazione della soda dal sale comune può riguardarsi come il fondamento dello slancio straordinario che la moderna industria ricevette verso tutte le direzioni; essa, come spero, vi servirà di esempio istruttivo sopra l' intima connessione che vi ha tra i tanto diversi rami delle industrie e del commercio, non che tra questi e la chimica.

La soda serve in Francia da tempo immemorabile alla fabbricazione del vetro e del sapone, due prodotti i quali bastano a mantenere in circolazione capitali grandissimi.

Il sapone è come una misura della prosperità e della coltura degli Stati. Di tanta importanza non sarà certamente riconosciuto dagli economisti nazionali, ma prendasi la cosa come si vuole o da scherzo o da senno, paragonando fra loro due Stati di egual popolazione, con certezza positiva si può chiamare più ricco, più prospero e incivilito quello che consuma più sapone, poichè la vendita ed il consumo di esso non dipendono nè dalla moda, nè dalla ghiottornia, ma bensì dal desiderio del bello, del ben essere e dell' agiatezza, che ci derivano dall' esser puliti. Ove questo sentimento unitamente ai bisogni degli altri sensi è considerato e tenuto in pregio, ivi regna ad un tempo la prosperità e la coltura.

I ricchi del medio evo che col grato odore di preziose droghe sapevano distruggere la cattiva esalazione della cute e dei loro vestimenti, spiegavano nei cibi e nelle bevande, nei vestiti e cavalli maggior lusso di noi; ma quale differenza tra noi ed essi se oggi riteniamo la lordura e l' immondezza per sinonimi di miseria e d' insopportabile sventura!

Il sapone finalmente appartiene a quei prodotti, di cui il valore del capitale sparisce continuatamente dalla circolazione e deve rinnovarsi; esso è uno di quei pochi prodotti della industria, i quali, come il sevo e l' olio, quando hanno servito ed han bruciato per far lume, perdono assolutamenie ogni valore. Con rottami di vetro possiamo comprare lastre da finestra, ed abiti con

cenci, ma l'acqua di sapone non serve più ad altri usi domestici. In molti grandi stabilimenti ad uso di lavare si è tentato di raccogliere l'acqua di sapone e di segregarne mercè dell'acido solforico gli acidi grassi. Se questi vengono riscaldati fino al punto in cui le impurità frammischiatevi si trovino distrutte, essi possono servire di bel nuovo a fabbricarne un sapone di qualità inferiore, benchè con questo procedimento si riacquista solamente una piccola parte del grasso che nell'economia domestica va perduto (1). La conoscenza del capitale mantenuto in circolazione dalle fabbriche di sapone sarebbe di grande importanza, perchè certamente non è inferiore a quello che circola nel commercio del caffè, e differisce soltanto da questo in quanto che il capitale della fabbricazione del sapone nasce sul nostro suolo e nei nostri territori.

Solamente per soda la Spagna introitava dalla Francia in ogni anno da 20 a 30 milioni di franchi, perchè la soda spagnuola era la migliore. Il prezzo del sapone e del vetro saliva sempre più durante la guerra coll'Inghilterra, e tutti i rami industriali ne soffrivano. L'odierno procedere nella estrazione della soda dal sale comune, che arricchì la Francia, fu scoperto allora da Le Blanc.

In brevissimo tempo la fabbricazione della soda prese in Francia uno slancio straordinario; essa ebbe la massima sua estensione nella sede della fabbricazione del sapone. Marsiglia possedette, quantunque per breve tempo, il monopolio di fabbricare e la soda ed il sapone. L'odio di una popolazione indispettita, che sotto Napoleone I si vide priva del suo commercio più lucrativo, tornò per strane combinazioni in favore al governo che gli succedette.

Onde trasformare il sal comune in carbonato di soda, bisogna prima (come praticasi nelle fabbriche) convertirlo in sale di Glauber (solfato di soda); a ciò bisognano per ogni 100 libbre di sale comune circa 80 libbre di acido solforico concentrato. Ben si vede che essendo il prezzo del sale comune ridotto al suo minimo, a cui il governo consentì ben volontieri, quello della soda venne a dipendere dal prezzo dell'acido solforico.

La ricerca dell'acido solforico crebbe in modo incredibile;

(1) Forse con maggior vantaggio si è tirato partito negli ultimi tempi dall'acqua di sapone con tutte le impurità che contiene, impiegandola alla fabbricazione del gas per l'illuminazione. — *Trad.*

da tutte le parti i capitali affluivano in questo lucrativo ramo dell'industria; l'origine e la formazione dell'acido solforico vennero studiate accuratissimamente; ogni anno si ritrovarono metodi migliori, più semplici o meno costosi per ottenerlo. Ad ogni nuovo miglioramento scemò il prezzo dell'acido solforico, ed in egual proporzione ne crebbe lo smercio. I vasi in cui si fabbrica l'acido solforico sono di piombo, e presentemente hanno dimensioni tali, che in uno di essi (camera di piombo) potrebbesi situare comodamente una casa a due piani di modica grandezza. In rapporto ai procedimento ed agli apparati la fabbricazione dell'acido solforico è giunta al suo culmine, e difficilmente potrà davvantaggio perfezionarsi.

La saldatura delle lastre di piombo con piombo (lo stagno ed altre saldature miste sarebbero corrose) costava prima quasi quanto pagavansi le lastre stesse; ora che a ciò fare adoperasi la fiamma del gas idrogeno mescolato con dell'aria in una specie di cannello ferruminatorio, anche un fanciullo può unire insieme due lastre. Da 100 libbre, secondo il calcolo, possonsi ottenere non più di 306 libbre di acido solforico riconcentrato; se ne ricavano 300; si vede che non val la pena di parlare della perdita.

Oltre dello zolfo, il sal nitro, indispensabile a questa fabbricazione, aveva per lo passato una influenza molto grave sul prezzo dell'acido solforico. Benchè per ogni dieci cantaia di solfo abbisognasse un solo cantaio di sal nitro, questo costava quattro volte un egual peso di solfo. Anche in ciò avvenne un cambiamento.

Certi viaggiatori rinvennero nel Perù, e propriamente nel distretto di Atakama, vicino al piccolo porto di Yquique, delle assai grandi efflorescenze saline, le quali, analizzate, risultarono in massima parte composte di nitrato di soda; il commercio, che estende le sue braccia di polipo su tutta la terra ed apre ovunque nuove sorgenti di lucro all'industria, s'impossessò di siffatta scoperta: le provvigioni di questo prezioso sale trovaronsi inesauribili, ne furono scoperti degli strati che si estendono per più di 40 miglia quadrate, ne furono portate in Europa delle masse a prezzi che non ascendevano alla metà del costo di trasporto del sal nitro delle Indie (nitrato di potassa); e siccome nella fabbricazione, nè della potassa, nè della soda si teneva conto, ma unicamente dell'acido nitrico contenutovi, avvenne che il sal nitro del Chilì rimosse quasi interamente dal commercio quello delle Indie, ossia il nitrato di potassa.

La fabbricazione dell'acido solforico ricevette un nuovo slancio, e senza detrimento dei fabbricanti il prezzo ne scemò vie più; ora, dopo che la soppressa esportazione dello zolfo dalla Sicilia lo mantenne in qualche oscillazione, esso è rimasto come stazionario. — La diminuita richiesta del sal nitro spiegasi ora facilmente; soltanto alla fabbricazione della polvere adoperasi ancora il nitrato di potassa; e se i governi risparmiano molte centinaia di migliaia sul prezzo che costa loro la polvere, debbono ciò alla fabbricazione dell'acido solforico.

Per farvi un' idea del consumo dell' acido anzidetto basta rammentare, che una piccola fabbrica ne mette in commercio 5 000 ed una mediocre 20 000 cantaia, e che vi sono delle fabbriche che ne producono 60 000 cantaia in ogni anno (1). La fabbricazione dell' acido solforico rende somme enormi alla Sicilia; essa apportò la industria e l' agiatezza nelle contrade prima non coltivate dell' Atakama; essa fa lucrativa l' estrazione del platino in Russia, perchè i vasi di cui i fabbricanti si servono per concentrare l'acido solforico sono di platino, ed ogni caldaia ne costa da 10 in 20000 fiorini (5 in 10000 ducati); il vetro sempre più bello e meno costoso, il nostro eccellente sapone, non fabbricansi più oggigiorno con la cenere ma con la soda. La cenere come concime preziosissimo ed utilissimo torna in beneficio dei nostri campi e dei prati.

Sarebbe impossibile seguire ad uno ad uno tutti i fili di questo tessuto mirabile della industria, e mi limiterò soltanto a toccare quì qualche consecutiva ed immediata conseguenza che ne derivò per la chimica industria. Abbiam detto che il sale comune deve prima convertirsi in sale di GLAUBER, onde poi servire alla fabbricazione della soda; trattando quello opportunamente coll'acido solforico ne otteniamo il sale di GLAUBER, e come prodotto accessorio, una volta e mezzo infino a due volte, il peso dell' acido solforico in acido idroclorico fumante, ciò che in tutto forma una quantità enorme.

Nei primi tempi la fabbricazione della soda era cotanto lucrativa che niuno prendevasi la pena di raccogliere l' acido muriatico, che in commercio non aveva alcun valore; atto però a molte applicazioni utili, esso, fece cambiare ben presto siffatta condizione.

(1) Per cantaio intendonsi 100 libbre di 16 once. — *Trad.*

L' acido muriatico è una combinazione del cloro; da nessun altro materiale il cloro si fa estrarre più puro e con minori spese come dall' acido muriatico. La idoneità della sua applicazione all' imbiancamento delle tele era nota da lungo tempo, ma in grande non se ne faceva ancora uso. S' incominciò ad adoprare l' acido muriatico in forma di cloro per imbianchire le stoffe di cotone, s' imparò a combinare il cloro alla calce, e a ridurlo così in una forma che non impedisse di poterlo inviare a grandi distanze; surse un nuovo ramo lucrativo di somma influenza, poichè difficilmente, senza la calce per l' imbiancamento, la fabbricazione delle stoffe di cotone in Inghilterra sarebbe giunta a quella straordinaria importanza che di essa sappiamo: costretto e limitato al solo imbianchire sull' erba, quel paese non poteva lungo tempo gareggiare pei prezzi delle stoffe di cotone, nè con la Francia, nè con la Germania.

Per l' imbiancamento sull' erba bisognavano delle terre prima di ogni altro, e particolarmente prati ben esposti; ogni pezza di tela doveva rimanere nei mesi estivi per intere settimane esposta all' aria ed alla luce, ed esser continuamente mantenuta umida da' lavoranti. Una sola fabbrica d' imbiancamento non molto significante nelle vicinanze di Glascovia (Walter Crums) imbianchisce giorno per giorno 1400 pezze di cotone, estate ed inverno. Qual enorme capitale non ci vorrebbe per acquistare nelle vicinanze di una città così popolata il terreno che abbisognerebbe per distendervi sopra questa immensa quantità di tele che solo la detta fabbrica annualmente prepara e consegna ai fabbricanti! Gl' interessi di cosiffatto capitale avrebbero sul prezzo della stoffa una sensibile influenza, che forse appena sarebbe risentita in Germania.

Coll' aiuto del cloruro di calce s' imbianchiscono le stoffe di cotone in poche ore con spesa oltremodo tenue; e nelle mani di uomini abili ed intelligenti esse ne soffrono assai meno che dall' imbiancamento sull' erba. Di già attualmente i contadini dell' Odenwald imbianchiscono col cloruro anzidetto e vi trovano il loro vantaggio. — Di più, l' acido muriatico venduto a buon mercato, tra l' altre applicazioni — chi lo crederebbe? — serve alla fabbricazione della colla dalle ossa, che ne contengono pel medio da 30 in 36 parti per cento. Il fosfato di calce e la colla sono le parti costituenti le ossa; il primo è facilmente solubile nell' acido muriatico debole, la colla non n' è attaccata sensibilmente. Si

lasciano le ossa nell' acido muriatico debole fintantochè diventino trasparenti e flessibili come il cuoio più morbido; si hanno adesso dei pezzi di colla che liberata dall' aderente acido muriatico, mediante un diligente lavacro con acqua, hanno la forma delle ossa, che senz' altro sciolti nell' acqua calda servono a qualunque uso.

Il prodotto principale che si ha dalla decomposizione del sale comune mercè dell' acido solforico, come abbiamo già detto di sopra, è il solfato di soda, conosciuto col nome di sale di Glauber, perchè questo fu il primo a prepararlo. Qualora questo sale vien fuso unito a del carbonato di calce, aggiungendovi pure del carbone, se ne ottiene la *soda cruda*, ch' è una mescolanza di carbonato di soda e soda caustica con del solfuro di calcio e con calce, i quali si fanno separare stemperandoli e lisciviandoli nell' acqua. Concentrando la lisciva si ottiene il sale bianco di soda, e in questo stato si ritrova in commercio, e si usa per fabbricare il sapone ed il vetro. Una grande e forse la massima parte del vetro si prepara anche direttamente dal sale di Glauber, e ciò con tanto maggior vantaggio, che così operando si risparmia l' intero processo della sua tramutazione in carbonato di soda.

Il vetro ad uso delle finestre, degli specchi, come quello di cui si fanno i bicchieri e le bottiglie si prepara fondendo insieme da una parte l' acido silicico (sabbia, sabbia di quarzo) ed il carbonato di calce, e dall' altra il solfato o il carbonato di soda o quello di potassa. Al calore della fusione l' acido carbonico è espulso dall' acido silicico: facendo uso del solfato di soda si aggiunge un poco di carbone, per effetto di cui l' acido solforico si tramuta in acido solforoso, il quale ha un' affinità assai minore con la soda. Tutte queste specie di vetro consistono dunque in due silicati (combinazioni dell' acido silicico), del silicato cioè di una terra alcalina (calce), e del silicato di un alcali (soda o potassa). I silicati di potassa e quelli di soda da sè soli non fornirebbero del vetro propriamente detto; giacchè l' acqua li discioglierebbe e li decomporrebbe: solamente quando essi in date proporzioni vengono fusi di unita ad un silicato di calce, producesi il vetro perfetto, che deve resistere alla influenza dell' atmosfera, e non si fa attaccare dagli acidi deboli, nè dall' umido. Le qualità fine dei vetri bianchi di Boemia di cui si fanno i servizi da tavola consistono in un silicato di calce e potassa; i vetri composti dal silicato di calce e di soda sono sempre alquanto colorati in verde o in turchino; quel vetro che dicesi cristallo contiene del-

l'ossido di piombo in luogo della calce. In tutte queste differenti qualità di vetro, gli alcali ne formano sempre, riguardo al peso, la parte minore.

Siccome mischiando la potassa e la soda alla calce se ne ottengono le diverse specie di vetro, più fusibili di quelle che si hanno facendo uso o della sola potassa o della sola soda, così si è trovato essere molto vantaggioso nella miscela per il vetro a base di soda il sostituire ad una parte di questa una data quantità di potassa, nel fine di rendere in tal guisa la massa che si fonde atta a ricevere, alla temperatnra ordinaria di fusione, una quantità maggiore di acido silicico, e ciò per ottenere la migliore qualità di vetro.

La soda serve inoltre a preparare quella specie di vetro che è solubile nell'acqua *(wasserglas)*, e di cui negli ultimi tempi si è fatto un uso assai grande. Esso è composto di un silicato di soda (o di potassa), e perciò non è propriamente un vetro; è buono come mastice per il vetro, la porcellana ed i metalli; per filare la seta cruda, e per fissare i colori sulla carta e sul cotone; il legname che n'è inzuppato perde la sua infiammabilità. Di particolare importanza è questo vetro per l'uso che se ne fa nella preparazione della calce idraulica, nella *silicificazione* delle pareti di calce, e nelle pitture a fresco.

Il vetro solubile, che fu scoperto da Fuchs in Monaco, si prepara fondendo del solfato di soda unito ad alquanto di carbone; o del carbonato di soda (o di potassa) con del quarzo o con della sabbia fina; esso si ottiene così preparato in forma di un vetro trasparente, il quale quando ridotto in minuta polvere vien messo nell'acqua piovana bollente vi si discioglie formando un fluido simile allo sciroppo, e disteso sul vetro, sui metalli e sulla pietra vi si asciuga e vi forma una vernice incombustibile; se però la suddetta soluzione vien condensata mercè la evaporazione, il tutto si coagula e forma una gelatina trasparente. Le proprietà più importanti di questo vetro rendonsi visibili per l'esperimento che siegue. Se in una soluzione di vetro solubile, la quale contiene circa il 10 per 100 della sostanza asciutta, s'introduce un pezzo di quella pastella bianca che viene usata nelle scuole (carbonato di calce), che prima sia stata umettata con l'acqua, e di poi si cacci fuori dopo tre o quattro giorni e si faccia asciugare, si troverà che la pastella ha perdute interamente le sue proprietà ordinarie; da una sostanza morbida che segna, essa si è tramutata

in una sostanza dura come la pietra, sulla quale l'unghia del dito non fa più alcuna impressione, e che stropicciata con un corpo liscio riceve la politura. Questa alterazione si estende profondamente nell'interno del pezzo, a misura che l'azione del vetro solubile sia stata più o meno lunga, e proviene da una vera combinazione del carbonato di calce della pastella col silicato alcalino, formandosi così una massa la quale dall'acido carbonico e dall'umidità non può essere più attaccata. In modo simile le mura e le pareti di calce saturate con questa soluzione di vetro diventano *silicificate* e garantite dalle intemperie. I dipinti sulle pareti a calce, i quali furono eseguiti con colori sciolti semplicemente nell'acqua e che asciugati si possono cancellare, vi si fissano in un modo permanente e come per mezzo di una colla indistruttibile, spruzzandovi sopra una soluzione di detto vetro. I grandi dipinti sulle pareti del Museo di Berlino furono nel sopraddetto modo eseguiti da Kaulbach, il quale si è acquistato un merito sommo in questo nuovo genere di pittura, che da Fuchs fu chiamato pittura *stereocromica* (a colori fissi), giacchè quell'artista è stato il primo a ricevere le idee di Fuchs, e ad usarle con successo applicandole alla tecnologia.

Con molto gusto dipingonsi in Monaco le stufe di ferro per mezzo del vetro solubile, al quale si mischia del carbonato di calce di unita a dell'ossido di ferro, e a delle terre colorate; ad esse si dà così l'aspetto di stufe di porcellana o di creta. Pochi anni addietro si sono scoverti presso Oberohe e Huetzel, nell'Annover, dei vastissimi depositi di un silicato quasi bianco o gialliccio, che contiene alquanto di ferro e che è composto interamente delle loriche o dei gusci di certi infusori, il quale silicato senza che vi sia bisogno di fusione alcuna si combina con la soda, formando del vetro solubile. La lisciva bollente di soda caustica scioglie il doppio del suo peso di questa terra infusoria, e la soluzione stessa liberata dall'ossido di ferro mercè decantazione, può venire usata come qualunque altra soluzione di vetro preparato per altre vie.

Un'applicazione di alta importanza e che merita di esser citata è quella dell'acido solforico all'affinamento dell'argento ed alla estrazione dell'oro che non vi manca giammai.

Come ben si sa intendesi per processo di raffinamento la depurazione dell'argento, il suo isolamento dal rame. Dalle miniere noi riceviamo l'argento di 8 a 10 once che in 16 once (2 marchi) contiene perciò 6 in 8 once di rame. Il nostro argento coniato e

lavorato contiene in 16 once da 12,13, insino a 14,4 once di argento (quello coniato in Napoli 13,33), e viene preparato nelle zecche legando l'argento puro con rame in proporzioni determinate. A tal uopo l'argento grezzo deve esser convertito in argento puro ovvero essere raffinato. Ciò si faceva prima mediante il processo della coppellazione con piombo ; ci voleva una spesa che per 100 marchi (= Rot. 24) ascendeva fino a 20 fiorini (= Duc. 10). Ma nell'argento in questo modo raffinato rimaneva 1/1200 ad 1/2000 di oro, di cui la separazione per inquartazione non rinfrancava la spesa dell'operazione; quest'oro circolava senza valore veruno nelle nostre monete e suppellettili, e la massima parte del rame andava interamente perduta pel possessore dell'argento grezzo. In modo sorprendente sonosi cambiate queste condizioni; poichè un millesimo di oro nell'argento grezzo importa un poco più dell'uno e mezzo per cento del valore dell'argento, il quale non solamente copre le spese del raffinatore, ma gli dà puranche un guadagno sufficiente. Così accade il caso singolare che, dando dell'argento grezzo al raffinatore, questo ci restituisce la quantità intera dell'argento puro, come risulta dai saggi, e di più tutto il rame senza che in apparenza gli paghiamo l'opera sua: egli è pagato dall'oro che conteneva il nostro argento e che si ha tenuto.

Il raffinamento dell'argento secondo il nuovo metodo è una delle più belle operazioni chimiche. Il metallo granelloso si fa bollire nell'acido solforico concentrato in cui l'argento ed il rame si sciolgono, mentre tutto l'oro deponesi in forma di una polvere nera. La soluzione contiene del vitriuolo di argento e di rame. Essa trasportasi in truogoli di piombo, ove si lascia in contatto con rame vecchio. La conseguenza di ciò è, che l'argento disciolto si segrega interamente e perfettamente puro, mentre una certa porzione del rame entra in soluzione; alla fine della operazione ottiensi dunque dell'argento metallico puro e vitriuolo di rame.

L'oro ottenuto per via di questa decomposizione non è puro; liberato dal solfato di piombo, dall'ossido di ferro e dal solfuro di rame, che vi si trovano mischiati, mercè la ebollizione con del carbonato di soda e il trattamento con dell'acido nitrico, esso contiene in 1000 parti del suo peso 970 parti di oro, 28 di argento e, come Pettenkofer rinvenne ultimamente, insino a 2 parti di platino che non mancano giammai. Questi due ultimi metalli

si segregano facilmente dall'oro, fondendolo con il solfato di soda o col nitro.

Il vitriuolo di rame ottenuto nell'anzidetto modo come prodotto secondario nel raffinamento dell'argento, e che altre volte serviva in preferenza a fabbricare colori verdi ed azzurri, negli ultimi tempi ebbe anche molti altri usi. Il legname, di cui la massa sia imbevuta d'una soluzione di vitriuolo di rame nell'acqua, non imputridisce, e collocato nella terra umida vi si mantiene per molti anni senza perdere la sua adesione; e perciò fu applicato per rendere più durevoli i *dormienti* di legno che sostengono le rotaie delle ferrovie, la rinnovazione dei quali cagionava spese considerevoli e disturbi poco piacevoli nel servizio. Gli agricoltori si avvalgono del vitriuolo di rame onde mettere il grano e propriamente i semi in securo da certe malattie cagionate dallo sviluppo di crittogame. A tal uopo, il grano che deve servire alla seminagione s'immerge 24 ore prima in una soluzione allungata di questo sale, e vi si fa stare per tutto questo tempo; e così distruggonsi, come si crede, i germi delle crittogame. L'applicazione più estesa, il vitriuolo di rame, la trova nella galvanoplastica.

Il maggior consumo di acido solforico si fa ai nostri tempi e da pochi anni dall'agricoltura, a cui serve per la preparazione del concime più efficace per le rape, per l'erba e le piante granifere, cioè del così detto *solfato osseo in polvere (schwefelsaures Knochenmehl)* ossia del *fosfato acido di calce*. Le ossa che s'impiegano a fabbricare in grande questo concime, quando sono fresche, si espongono prima all'azione del vapore in una caldaia con dell'acqua, ordinariamente ad una pressione avanzata, insino a che diventino molli e facili ad esser triturati; alle ossa sottilmente stemperate nell'acqua, e formanti una poltiglia non troppo densa, si aggiunge dell'acido solforico concentrato nella proporzione di 1/3 del peso delle ossa impiegate; l'intera massa allora si condensa e diviene solida. Questa massa solida si asciuga col calore e si macina in un molino riducendola in forma di una polvere sottile, e la si mette con questa forma in commercio. In molti poderi grandi questo concime si prepara dagli agricoltori stessi, i quali si contentano allora di aggiungere semplicemente la necessaria quantità di acido solforico alle ossa anticipatamente trattate con il vapore e ridotte in forma di una minutissima polvere, e di unirvi dell'acqua insino a che ottengano un latte poco carico, che ripartiscono poi in modo uniforme sui loro campi.

Dietro l'uso di questo concime in Inghilterra, la rendita dei campi coltivati a rape si è accresciuta del 50 e spesse volte del 100 per cento, ed in proporzione benchè minore il prodotto dei campi seminati a grano e quello dei prati artificiali si sono aumentati; la importanza di questo concime per l'agricoltura si può forse apprezzare meglio dalla estensione che la fabbricazione di esso si è acquistata. Il Duca di Argyll, nel suo discorso all'apertura della riunione degli scienziati naturalisti in Glasgow, che ebbe luogo nell'autunno del 1855, fece menzione come in Inghilterra si consumi in ogni anno di questo concime artificiale non meno di 60 000 tonnellate (=cant. nap. 684 000). Anche in Alemagna, ne' contorni di Francoforte sul Meno, in quelli del Reno e nella Prussia si sono stabilite delle fabbriche di cosiffatto concime osseo; e per quanto diverse siano le opinioni degli agricoltori sull'efficacia di altri mezzi di concimazione, tutti consentono, che, mercè l'aggiunzione dell'acido solforico, l'effetto benefico del fosfato di calce delle ossa siasi di molto accresciuto. Il consumo dell'acido solforico si è aumentato del doppio per l'applicazione fattane in agricoltura.

Oltrepasserei i limiti di questo abbozzo se volessi enumerare minutamente tutte le applicazioni dell'acido solforico, dell'acido muriatico e della soda; ma senza il perfezionamento cotanto straordinario della fabbricazione dell'acido solforico, difficilmente si potrebbe supporre che le nostre così belle candele stearìche ed i fiammiferi fosforici di sì buon prezzo fossero mai venuti in uso. I prezzi attuali dell'acido solforico, dell'acido muriatico, dell'acido nitrico, della soda, del fosforo ec., sarebbonsi cinquant'anni fa dichiarati favolosi: chi può prevedere quali fabbricazioni otterremo fra 25 altri anni? — Da quanto abbiam detto non si troverà esagerata la pretensione che la chimica industria di un paese si possa, senza che corrasi il rischio di poter essere smentiti, giudicare secondo il numero delle libbre di acido solforico che ivi si consumano. A questo riguardo non vi è altra fabbricazione che meritasse maggiormente di esser tenuta d'occhio e protetta dai Governi.

Le rigorose disposizioni che l'Inghilterra aveva risoluto di praticare negli ultimi tempi verso un Governo amico, a proposito del commercio dei solfi, erano state provocate naturalmente dall'influenza eccessiva, che gl'incariti prezzi di quelli esercitavano sui prezzi delle stoffe di cotone imbianchite e stampate, del sapo-

ne e del vetro. Se si consideri che l'Inghilterra fornisce in parte l'America, la Spagna, il Portogallo, l'Oriente e le Indie di sapone e di vetro, e che ne ritrae in cambio cotone, seta e vino, uve secche ed indaco, e che Londra, come capitale del Governo, è la piazza primaria pel commercio del vino e della seta, potrannosi spiegare gli sforzi fatti dal Governo inglese nello scopo di far sopprimere il monopolio sui solfi.

Fortunatamente fu subito riparato a quello stato di cose tanto contrario ai veri interessi di quei paesi in cui il solfo si produce, perchè se i prezzi incariti di questo fossero durati qualche anno, tutta la loro ricchezza di zolfi sarebbe riuscita probabilissimamente di nessun valore per essi. La scienza e l'industria sono oggidì una potenza che non conosce ostacoli. Un attento osservatore avrebbe potuto di leggieri indicare preventivamente il tempo in cui l'esportazione dei solfi da quei paesi avrebbe avuto termine. Si erano riportati in Inghilterra di già 15 patenti di metodi per la ricuperazione del solfo nella fabbricazione della soda, e per convertirlo nuovamente in acido solforico. Prima del monopolio dello zolfo nessuno pensava a questa ricuperazione; il perfezionamento di questi quindici saggi felici non si sarebbe al certo fatto aspettare molto a lungo, e le menti anche le più preoccupate concederanno che ciò avrebbe reagito funestamente sul commercio dei solfi. Noi abbiamo montagne di acido solforico nel gesso e nello spato pesante, di solfo nella galena e nella pirite. Quando i prezzi del solfo salirono, si prese allora a rintracciare la via meno costosa per far servire queste materie alla fabbricazione dell'acido solforico. Migliaia di quintali di questo, anche prima, cioè in tempi anteriori a quelli in cui il prezzo del solfo non era ancora così mite, furono ottenuti dalla pirite: si sarebbe giunto ad estrarlo dal gesso (solfato di calce), in verità non senza vincere grandi ostacoli, ma si sarebbe intanto conseguito l'intento. Ora che l'impulso è dato, e che la possibilità di riuscire è dimostrata, la durevole prosperità del commercio dei solfi dipende unicamente dalla savia e ben intesa politica del Governo a cui quei paesi sono soggetti. Sempre quel Governo dovrebbe aver presente l'esempio della Russia, che col suo sistema proibitivo ha interamente e per sempre rovinato il suo commercio, così fiorente un giorno, di sego e di potassa. La sola stretta necessità può far sì che comprassimo merci in un paese, il quale esclude dal suo commercio le nostre proprie produzioni. In luogo di milioni

di quintali di sego e di olio di canapa, adesso l'Inghilterra consuma la stessa quantità di burro di palma e d'olio di cocco, ma essa non la prende più dalla Russia. Le insurrezioni degli operai contro i fabbricanti per la paga giornaliera provocarono l'invenzione di macchine stupende, che resero inutili le loro braccia. Così nel commercio e nell'industria ogni imprudenza si castiga da sè, ed ogni atto di oppressione, ogni sistema proibitivo reagisce più sensibilmente sul paese stesso da cui è provenuto.

LETTERA XII.

Voi mi consentirete se io stimo gran fortuna per la umana società, che ogni nuova idea, atta ad eseguirsi in forma di una macchina utile o di un oggetto del commercio o dell'industria, trovi i suoi seguaci, i quali onde realizzarla vi adoperano le forze ed i loro talenti e v'impiegano quanto posseggono di beni di fortuna. Ancorchè una tale idea si verificasse ineseguibile ed in appresso anche assurda, nascono ciò non ostante altri pregevoli ed utili ammaestramenti da siffatti tentativi. Nell'industria, al pari che nella investigazione della natura, le teoriche conducono a' lavori ed alle ricerche. Ma lavorando si fanno delle scoperte; si scava cercando del carbone e si scoprono dei depositi di sale, si scava per aver del ferro e si trovano minerali ben più preziosi.

Così di qui a non molto aspettansi cose meravigliose dall'elettro-magnetismo: da esso pretendesi che dia il moto alle nostre locomotive sulle strade ferrate e con spesa così tenue da non meritar più altre considerazioni. L'Inghilterra perderà la sua preponderanza come stato manifatturiere; che più le frutteranno i suoi carboni? Noi abbiamo in Germania lo zinco a buon prezzo, e pochissimo ce ne vuole a dar moto ad un tornio e per conseguenza ad un'altra macchina! Tutto ciò alletta e seduce, e così deve essere infatti, poichè altrimenti nessuno se ne occuperebbe; ma in massima parte queste sono illusioni che han potuto nascere da che nessuno si è presa la pena di stabilir paragoni. Con una

semplice fiamma a spirito, sottoposta ad un vaso proporzionato contenente dell'acqua bollente, si può mettere in movimento una piccola carrozza di 2 a 300 libbre, o sollevare un peso di 80 a 100 libbre all'altezza di 20 piedi. Ora ciò si ottiene pure mediante un pezzo di zinco che nell'acido solforico allungato si fa sciogliere in un certo apparecchio. Certamente è questa una scoperta oltre modo sorprendente e maravigliosa; ma sempre rimane la importante quistione di sapere, quale dei due metodi sia il più economico.

Per concepire una esatta idea di siffatta quistione dobbiamo richiamare alla memoria gli equivalenti chimici. Essi sono certe valutazioni inalterabili di effetti, espresse in valori numerici tra loro proporzionali. A produrre un dato effetto ho bisogno di 8 libbre di ossigeno, e se invece di ossigeno, a tal uopo, lo volessi far uso del cloro, ne dovrei prendere nè più nè meno di 35 libbre e 1/2. Così del pari 6 libbre di carbone sono un equivalente per 32 libbre di zinco. Questi numeri esprimono generalmente i valori degli effetti e riferisconsi a tutte le azioni che i due corpi son capaci di mandare ad atto. Se mettiamo lo zinco, in un dato modo combinato con un altro metallo, in contatto coll'acido solforico allungato, esso vi si discioglie in forma di ossido di zinco; vi si abbrucia a spese dell'ossigeno che gli offre il fluido conduttore. Quale conseguenza di siffatta azione chimica noi osserviamo derivarne una corrente elettrica, che condotta per un filo metallico lo converte in una magnete.

Mercè la dissoluzione di una libbra di zinco noi otteniamo dunque una certa quantità di forza per la quale siamo in istato di sollevare all'altezza di un piede e mantenere in sospensione un peso, per es. di ferro, il quale può esser tanto maggiore per quanto è più breve il tempo in cui compiesi la soluzione dello zinco. Possiamo inoltre interrompere e ristabilire il contatto dello zinco con l'acido, produrre l'effetto opposto, comunicare al peso di ferro un movimento in avanti, in dietro, in sù, in giù, e creare così le condizioni del movimento di una macchina.

Dal niente non può nascere forza veruna; nel riferito caso sappiamo che essa vien prodotta dalla soluzione ossia dall'ossidazione dello zinco; ma prescindendo dal nome che questa forza qui porta, noi sappiamo potersi lo stesso effetto ottenere in un altro modo. Poichè se avessimo bruciato lo zinco sotto la caldaia di una macchina a vapore e quindi nell'ossigeno dell'aria e non già nel-

la pila galvanica, noi avremmo prodotto del vapore acqueo e quindi una data quantità di forza. Ora noi vogliamo ammettere (ciò che non è stato provato affatto) che la quantità della forza non sia la stessa nei due casi, e che, per es., per la pila galvanica siasi ricavato il doppio od il triplo della forza, ovvero, se volete, che se ne sia perduto meno; dobbiamo però ricordarci, che lo zinco può esser rappresentato da certi equivalenti di carbone. Secondo le sperienze di DESPRETZ, 6 libbre di zinco combinandosi all'ossigeno non isviluppano più calore che 1 libbra di carbone: quindi, sotto le condizioni stesse, con 1 libbra di carbone produciamo sei volte più di forza, che con 1 libbra di zinco. Supposta eguale la perdita di forza nell'uno e nell'altro caso, egli è chiaro, che l'uso del carbone invece dello zinco sia più vantaggioso, ancorchè questo sviluppasse nella pila galvanica quattro volte più di forza di quello che si ottiene per la combustione di un peso eguale di carbone sotto la caldaia a vapore. In una parola, se noi bruciassimo sotto una macchina a vapore i carboni che servono a fondere lo zinco dai suoi minerali, ne produrremmo probabilissimamente molto più di forza che con lo zinco, qual siasi la forma o l'apparecchio a ciò adoperato. Il calore, la elettricità, ed il magnetismo serbano tra loro una relazione simile a quella degli equivalenti chimici del carbone, dello zinco e dell'ossigeno. Mediante una certa quantità di elettricità noi produciamo una proporzione corrispondente di calorico o di forza magnetica, che si equivalgono a vicenda. Questa elettricità io la compro mercè dell'affinità chimica, che adoperata nell'una forma, produce calore, e nell'altra magnetismo o elettricità. Con una certa quantità di affinità noi produciamo un equivalente di elettricità, appunto nello stesso modo con cui, viceversa, scomponiamo con una certa quantità di elettricità equivalenti di combinazioni chimiche. Dunque la spesa per la forza magnetica è nel nostro caso la spesa per l'affinità chimica. Lo zinco e l'acido solforico ci somministrano l'affinità chimica nell'una, il carbone ed una corrente conveniente di aria ce la danno nell'altra forma (v. la lettera seguente). Non dobbiamo lasciarci illudere da che con una tenuissima spesa di zinco si può convertire un filo metallico in una calamita che porta 1000 libbre (rot. 533,3); poichè con essa non possiamo sollevare una sola libbra di ferro all'altezza di due pollici; ciò che vuol dire, comunicarle un movimento. La calamita opera come un sasso che immobile preme con un peso di 1000 libbre sopra il

suolo sottoposto; essa è come un lago chiuso che non ha caduta. Ma si è saputo dargli scolo e caduta — così mi si risponderà; ed io ritengo ciò come un trionfo della meccanica; si riuscirà ad accrescere la sua caduta e la sua forza più di quel che finora si è potuto; sempre però è certo che, eccettuatane la caldaia a vapore, nulla si cambierà nelle nostre macchine, e che ancora in questo momento una libbra di carbone sotto la caldaia a vapore può muovere una massa centinaia di volte più pesante di quella che potrebbe muovere una libbra di zinco nella pila galvanica (1). Le nostre esperienze su questi nuovi motori sono ancor troppo vergini per lasciarci prevedere ciò che potrà derivarne. Possano gli uomini che si sono proposti di sciogliere questo problema non iscoraggirsi! Ed ancorchè altro non imparassimo che ad allontanare il pericolo delle macchine a vapore, sarebbe già questo, anche con doppia spesa, un gran guadagno.

La pila galvanica, come motore, potrà un dì collocarsi nella stessa categoria in cui trovansi la fabbricazione dello zucchero indigeno, e l'estrazione del gas illuminante dall'olio e dal carbon fossile.

In quanto allo zucchero di barbabietole la industria ha eseguito quasi l'impossibile; invece di uno zucchero grezzo e del sapore della barbabietola se ne fabbrica adesso il più bello raffinato; ed invece del 3 o 4 per cento, che ebbe Achard, producesi il doppio ed il triplo di zucchero, e ciò non ostante questa fabbricazione non potrà reggere a lungo.

L'amministrazione delle finanze ha prescelto il zucchero come mezzo di rendita, ed i Governi degli Stati del Zollverein introitarono nel 1846, da 1200 000 cantaia di zucchero importato, un dazio di 10 500 000 fiorini, che fanno parte della somma di cui ogni Stato abbisogna per far fronte alle sue spese. In quello stesso anno 96 fabbricanti di zucchero di barbabietola negli Stati del Zollverein fabbricarono, da 4 446 469 cantaia di barbabietole, cantaia 334 320

(1) Secondo una notizia riferita nell'appendice della Gazzetta universale di Augusta n.° 214, Jacobi costruì nel 1838 e 1839 una macchina da cui poteva esser mossa una scialuppa di 12 uomini e l'effetto della quale fu stimato a 600 *pud* = 24 000 libbre (11 026,75 rotoli) sollevati all'altezza di 1 piede in un minuto primo. Questo effetto non può paragonarsi ancora a quello della più piccola macchina a vapore, perchè ammonta soltanto a 4/5 di una forza di cavallo (la forza di 1 cavallo = 500 libbre (rot. 229,72) elevate in un minuto secondo all'altezza di un piede).

di zucchero grezzo, che fu consumato nel paese stesso. Il prezzo di questo zucchero è lo stesso di quello che ci perviene dalle regioni dei tropici. Se nel paese non si fosse fabbricato dello zucchero di barbabietola, una quantità eguale a quella di sopra, ma di zucchero di canna, sarebbe stata importata e consumata. In questo ultimo caso l'erario (1) avrebbe riscossa la somma di 2400000 fiorini alla ragione di fiorini 8 3/4 a cantaio; ma questa somma è stata invece pagata nel prezzo dello zucchero ai fabbricanti. In luogo di tredici milioni che lo Stato avrebbe introitati, esso non ha ricevuti che dieci milioni e mezzo, cioè due milioni e mezzo di meno; egli è chiaro che per questa diminuzione d'introito, le altre imposizioni hanno dovuto aumentarsi di due milioni e mezzo. Da ciò si inferisce che gli abitanti degli Stati del Zollverein hanno dovuto pagare due milioni e mezzo ai fabbricanti di zucchero, ed altri due milioni e mezzo per le altre imposizioni allo Stato. Ciascuno dei 96 fabbricanti ha ricevuto dunque intorno a 25 000 fiorini dagli abitanti del paese, senza che questi ne avessero ottenuto alcun utile. Come vedete, il piacere di mangiare zucchero ricavato da una pianta che germoglia sulle vostre terre richiede dei sacrificî niente indifferenti. Se tutta la quantità di zucchero consumato in quell'anno fosse stata fabbricata anche nel paese, la mancanza nella rendita degli Stati sarebbe ammontata a 8 milioni e 1/2 di fiorini. Quì non vogliamo rispondere alla dimanda: se sotto le vedute politico-economiche sia cosa da approvarsi che in simili circostanze negli Stati del Zollverein si possa pagare una imposizione di 17 milioni di fiorini; 8 milioni e 1/2 cioè ai fabbricanti ed altrettanti all'erario.

Se noi ci figurassimo che lo Stato, per fornirci dello zucchero, avesse da mantenere una immensa stufa nella quale si coltivasse la canna da zucchero, che siffatto mantenimento costasse 8 milioni e 1/2 di fiorini, e che questi fossero riscossi per contribuzioni, si terrebbe come un avvenimento fortunatissimo la scoverta di una isola sulla quale la canna da zucchero crescesse spontaneamente e potesse con poche spese venir coltivata; e ciò tanto

(1) I fabbricanti pagavano per ogni 20 cant. di barbabietole (=11,22338 cant. nap.) 1 tallero (=D. 0,919), ora ne pagano due (D. 1,838), dietro la supposizione che 20 parti di barbabietole diano 1 parte di zucchero. Ma essi ottennero 1 cantaio di zucchero da 13 in 14 cantaia di barbabietole. (La imposizione sulle barbabietole è stata aumentata in tempi posteriori, e le condizioni dei consumatori si sono così migliorate).

più se l'Isola ci provvedesse di zucchero copiosamente al bisogno, dispensandoci nel tempo stesso dalle spese pel mantenimento della stufa. Ogni singolo individuo ne ritrarrebbe un vantaggio; poichè le imposizioni nel paese potrebbero allora, senza alcun inconveniente, venir diminuite di 8 milioni e 1/2 di fiorini. Contro di questo nostro critico esame si potrebbe opporre, che la fabbricazione dello zucchero dalle barbabietole offre un avvenire, che giunta essa alla sua piena perfezione potrà acquistare forza bastante onde sopperire alla intera spesa degli 8 milioni e 1/2 necessaria pel mantenimento della stufa, e che allora pagherebbe allo Stato una somma uguale a quella che i fabbricanti hanno riscossa in contribuzioni dai consumatori dello zucchero. Questo è possibile, ma ciò non ostante l'avvenire non è per la fabbricazione dello zucchero di barbabietole, ma bensì per lo zucchero di canna.

Da un moggio *(Morgen)* del miglior terreno, per il quale si paga un annuo fitto di 50 fiorini, si ricavano nei contorni di Magdeburgo, nel medio, 10 cantaia di zucchero, che, non compresa la mano d'opera, richiedono la spesa di 40 cantaia di carbon fossile. La barbabietola contiene il 10 per cento di zucchero, ma se ne ottiene solamente il 7 1/2 per cento; tutt'i miglioramenti che possiamo ammettere come possibili si riducono dunque al solo guadagno del 2 e 1/2 per cento di zucchero sopra quello che attualmente i fabbricanti ne ottengono.

Un moggio di terreno nelle Colonie, di cui il prezzo d'affitto non ascende nemmeno alla decima parte di quello che si paga in Europa, produce annualmente 315 insino a 350 cantaia di canne da zucchero (secondo L. Wray 25 in 30 tonnellate per ogni *acre*), le quali danno il 70 insino all'80 per cento di succo, in cui è contenuto il 20 per cento di zucchero. Un moggio di terreno produce dunque nella patria della canna zuccherina da 40 in 50 cantaia di zucchero; nel tempo stesso si ottiene nella canna spremuta tutto il necessario materiale combustibile, o poco meno di quello che fa mestieri al lavorio del succo.

Per una eguale durata di vegetazione e per una superficie eguale di terreno, la rendita assoluta in zucchero del suolo coltivato a canne supera del doppio quello coltivato a barbabietole.

I fabbricanti dello zucchero di barbabietole hanno quel vantaggi di migliori procedimenti che non hanno quelli delle Colonie; essi consistono nell'economia delle forze necessarie al lavoro, in un clima più propizio alla lavorazione del succo, e forse

ancora in una maggiore espertezza ed attitudine; ma che sussistano questi vantaggi presso di noi, ciò dipende da casualità alle quali nessuno può attribuire una lunga durata. I piantatori della canna da zucchero sono oggigiorno molto più istruiti di quello che lo furono per lo passato; di già si è incominciata una radicale riforma nei loro metodi; essi finiranno di essere trascuranti e dissipatori. Non potremo mai supporre che essi, dei 20 per cento di zucchero contenuto nel succo delle loro canne, vorranno per l'avvenire, come hanno fatto per lo passato, perderne 12, contentandosi di guadagnarne otto. Un mezzo semplice per impedire la fermentazione del succo nei climi caldi si è probabilmente di già rinvenuto e posto in uso; ed allora un guadagno ulteriore di 4 per cento di zucchero basterà a rendere impossibile la fabbricazione di zucchero in Europa (1).

Oggidì il danaro non forma più la ricchezza di uno Stato; e se nelle pianure del Reno noi avessimo altrettanti ricchi depositi di diamanti come la Golgonda, il Visapur od il Brasile, difficilmente varrebbero l'opera dell'escavazione, perchè le spese della sola estrazione dalle miniere, che in quei paesi ascendono, termine medio, a circa 16 in 18 fiorini il carato, importerebbero

(1) Così presentavasi sett'anni or sono, guardata dal punto di vista scientifico e pratico, la quistione sulla esistenza e durata della fabbricazione dello zucchero in Europa. Da quel tempo però le condizioni si sono essenzialmente cambiate. L'affrancamento degli schiavi nelle Colonie brittanniche ha dipoi avuto per conseguenza, che l'esercitare la fabbricazione dello zucchero di canna coi negri liberi non sarà più possibile. Fuori del tempo della raccolta dello zucchero, ch'è pei negri più tosto una festa che un lavoro, i coloni mancano delle braccia necessarie al lavoro, non ne possono disporre per coltivare i loro campi nè in sufficiente quantità nè a tempo debito, e perciò la fabbricazione dello zucchero di canne si è piuttosto diminuita che aumentata in quelle contrade, quantunque favorite dal clima e dal suolo. Piantagioni di zucchero altre volte fiorenti e ricche sono ora deserte, e non avendole potute vendere nemmeno al prezzo più vile, i proprietari le hanno abbandonate. Sull'isola di Cuba ed in alcune Colonie inglesi si è tentato di rimediare al male coi lavoratori liberi fatti venire dalla Cina e dalle Indie, e la fabbricazione dello zucchero europeo dipenderà in avvenire dal successo che avrà questa importazione, e se l'esperienza dovesse rendere manifesto, che la fabbricazione dello zucchero nelle regioni tropicali e la schiavitù sono indivisibili nella pratica; allora certamente la riuscita della fabbricazione dello zucchero di barbabietole in Europa sarà stata una vera benedizione per il genere umano.

presso di noi tre o quattro volte tanto. Ma a questo prezzo nessuno vorrebbe aver diamanti. Nei tempi in cui nel ducato di Baden la paga giornaliera è molto bassa, un certo numero di persone si occupa di raccogliere l'oro contenuto nelle sabbie del Reno, di cui il contenuto in oro è circa 10 volte minore di quello delle sabbie aurifere della Siberia e 37 volte minore di quello della sabbia aurifera del Chilì (Daubree (1)). Ma tosto che la mercede giornaliera aumenta, siffatta industria cessa di offrire dei vantaggi e finisce da per sè. Così la fabbricazione dello zucchero dalle barbabietole offre dei vantaggi che tra non molto non offrirà più, ed invece di sostenerla con sacrificii non indifferenti, guardata dal punto politico-economico, sarebbe assai più ragionevole di coltivare altri prodotti più pregiati e barattarli in zucchero. Non solo lo Stato ma noi tutti vi troveremmo il nostro utile. In Francia e in Boemia le relazioni tra i prezzi dello zucchero ed il materiale combustibile sono tutt'altro che presso di noi; tra questi paesi e la Germania non vi ha paragone da farsi.

Sopra un terreno non meno infruttuoso trovasi presso di noi la fabbricazione del gas illuminante mercè le resine e le diverse specie di olii. Il prezzo dei materiali che servono all'illuminazione sta in Inghilterra in ragion diretta de' prezzi dei cereali; il sego e l'olio sono soltanto forme diverse pel nutrimento del bestiame e per rendita di beni stabili; in Inghilterra il sego e l'olio valgono due volte di più, il ferro ed il carbon fossile due terzi di meno che presso di noi, ed anche in questo stesso paese, la fabbricazione del gas è lucrativa soltanto nel caso in cui il carbone che rimane dopo la distillazione (il *koak*) vendasi vantaggiosamente.

Al certo si considererebbe come una delle più grandi scoperte del secol nostro, se a qualcuno riuscisse di condensare il gas del carbon fossile in un corpo bianco, solido, secco e senza odore che si potrebbe affiggere sui candelieri e trasportare da un luogo all'altro, o se gli riuscisse di condensarlo in un olio liquido, senza colore e senza odore atto a bruciare nelle lampade. La cera, il sego e l'olio sono appunto dei gas infiammabili sotto la forma di corpi solidi o di liquidi, e che ci offrono anzi una quantità di vantaggi, che non ha il lume a gas; bruciati in lampade ben costruite sviluppano la stessa quantità di luce; la loro combustione precede in tutte le circostanze una gassificazione, senza che per ciò,

(1) Da 320000 libbre di sabbia se ne ottiene un ducato.

come nelle fabbriche dei gas, si avesse bisogno di un apparato particolare. Per arrivare a certi scopi, per la illuminazione delle grandi città, degli alberghi, ove debbonsi comprendere nelle spese le perdite sofferte pei furti in sego ed in olio, nonchè un capitale per il pulimento delle lampade, il maggior costo del lume a gas è compensato, ma anche allora gran parte del lucro consiste nella vendita dei *koak*. Dove non se ne trovano compratori, si va incontro a perdite. In altri luoghi, come per es. a Francoforte sul Meno, ove il gas ricavasi dalla resina, dall' olio di trementina e da altri olii a buon mercato, si potrà fabbricarlo vantaggiosamente sin che questo modo d'illuminare non si sarà troppo esteso. Se le grandi città si procurassero la loro illuminazione in questo modo, ne conseguiterebbe immediatamente un aumento dei prezzi di siffatti materiali, ed appena basterebbe, per es., tutto l'olio di trementina che trovasi in commercio in due città come Berlino e Monaco; e sugli attuali prezzi di queste sostanze, di cui la preparazione di per sè non può diventar oggetto d'industria, non si possono fondare dei calcoli. Per l'Assia elettorale l'illuminazione a gas dagli eccellenti carbon fossili di Schmalkalden sarebbe vantaggiosissima, ed in quei luoghi appunto non è conosciuta. Invece di convertire i carboni in *koak* nelle vicinanze delle cave e di perder così il gas illuminante, come presentemente si pratica, egli sarebbe più conducente trasportare i carboni a dirittura a Kassel e ridurli in vasi chiusi sul luogo stesso in *koak* onde utilizzarne il gas per la illuminazione.

Sopra fondamenta più solide sembra poggiata in molti luoghi del continente la fabbricazione del gas per illuminazione ricavato dalle legna. Gli esperimenti mirabili di Pettenkofer l'hanno richiamata un'altra volta in vita, e si può dire arditamente, l'hanno attuata di bel nuovo, dopo che per quasi mezzo secolo era stata abbandonata come del tutto inapplicabile.

Negli apparati condotti a perfezione da Pettenkofer, il legno somministra, mercè la distillazione, un gas che scevro del tutto di acido carbonico supera per intensità di luce il gas di carbon fossile, come costa dal parere emanato dalla commissione istituita dal Governo Bavarese onde confrontare il potere illuminante degli anzidetti gas. Non contenendo affatto solfo, esso può ardere nelle stanze dove si abita e nei magazzini di stoffe di seta, senza che gli uomini o i colori delle mercanzie ne fossero minimamente danneggiati. Per la produzione di 1000 piedi cubici di

gas, abbisognano 150 libbre di legno asciutto da distillare, 24 libbre di carbon fossile e 19 di carbon di legno come combustibile, e 52 libbre di calce per purificare il gas. Da cento libbre di legno si ottengono 668 piedi cubi di gas purificato, 18 libbre di carbon vegetale e libbre 2 e 1/2 di catrame di legno, come pure da 8 in 18 libbre di aceto pirolegnoso. Come si vede, ottengonsi, in questa fabbricazione, dei prodotti secondarii i quali tutti hanno dei valori eguali a quello dello stesso gas illuminante. In Darmstadt, Beureuth, Ulma ed in molte altre città del continente si è introdotta la illuminazione a gas ricavato dal legno, e non è a dubitarsi che scaccerà man mano quella del gas ottenuto dalle resine e dagli olii, e possibilmente quella ancora del gas del carbon fossile, da per tutto ove si sarà imparato a conoscerne i vantaggi. In contrade povere di carboni atti alla preparazione del gas e che non mancano di legno, come molte parti della Russia e della Scozia, il gas distillato dal legno ha un particolar valore e vi si farà a poco a poco la via.

Invece di abbruciare il legno per se onde riscaldare le stufe, serve a fare lo stesso ufficio l'ottimo carbon di legno; e la fiamma segregatane in forma di gas si utilizza per illuminare nel modo più brillante le strade e nel tempo stesso per riscaldare le abitazioni.

LETTERA XIII.

Le nostre macchine, come tutti sappiamo, non ingenerano forza alcuna; esse altro non fanno se non attuare quella forza che hanno ricevuta. Il moto di un orologio si produce in virtù di un peso che discende, o per mezzo di una molla tesa; ed è la forza del braccio dell'uomo, che ha tirato il peso in alto, o ha caricata la molla, ma così l'una come l'altra egli le trova esaurite entro il corso di 24 ore, in 8 o in 15 giorni. La ruota idraulica di un molino mette in movimento una o più mole, nella magona uno o più martelloni, nelle saline e nelle miniere una o più trombe che ser-

vono ad innalzare l'acqua o altri pesi a certe altezze; essa nelle filande dà moto alle macchine da filare ed ai telai; nelle ferriere muove i laminatoi e gli strettoi che servono a ridurre il metallo in verghe. Il lavoro fatto dalla ruota idraulica in tntti questi casi dipende dalla pressione che l'acqua cadendo esercita sulle palette; il peso dell'acqua in caduta è quello che dà il movimento alla ruota. Tntte le resistenze messe contro ad una macchina che sta in moto non sono giammai maggiori della pressione della massa di acqua che cade, onde questa le vince.

L'effetto ntile di cnl è capace la macchina si misura per mezzo di cosiffatta pressione.

Il lavoro di una macchina a vapore si opera per mezzo del moto di uno stantuffo, che va alternativamente ora in sù ed ora in giù, spinto dalla pressione dei vapori acquosi. Il vapore preme sulio stantuffo nel modo stesso come l'acqua gravita sulle palette della ruota idraulica. La causa della pressione è quel calore che viene indotto nell'acqua, e che si produce dietro un processo chimico, in forza cioè della combustione di materie combustibili operata sotto la caldaia a vapore. Per mezzo di questo calorico l'acqua convertesi in vapore e questo riceve da esso la tensione necessaria al movimento dello stantuffo; il che significa, il calore esser quello che determina l'innalzamento e l'abbassamento dello stantuffo onde si opera il lavoro meccanico della macchina.

Una forza meccanica agisce sempre mercè di nna pressione o traimento; la quantità della forza di una macchina, cioè la sua forza utile, si può sempre misurare per mezzo delle resistenze che da essa si possono vincere; e tntte le resistenze si possono esprimere per mezzo dei pesi corrispondenti, che dalla stessa forza vengono sollevati o tirati in su.

Di dne nomini che mettono in movimento una tromba, l'uno innalza in un minuto primo 150 libbre di acqua e l'altro ne alza 200; di due cavalli l'uno tira 20 e l'altro 30 cantaia snlla stessa strada e per un tratto eguale. Egli è chiaro che la forza di lavoro dei due nomini o dei due cavalli si riferisce a qnesti due valori numerici. In meccanica chiamasi forza di un cavallo la potenza di una forza d'innalzamento capace di sollevare in ogni minuto secondo 75 chilogrammi (= 150 libbre doganali = 84,1754 rot. nap.) all'altezza di nn metro (metro = 3,426 piedi bavaresi = 3,78 palmi nap.); ed in questo modo esprimesi la forza utile di tutte le macchine.

Non tutta la forza che noi imprimiamo ad una macchina, può esser adoperata al lavoro, cioè ad innalzare o a muovere; una parte di essa va sempre perduta per l'attrito; e di due macchine che hanno ricevuta una stessa quantità di forza, l'una farà tanto più di lavoro, quanto meno il suo andamento sarà disturbato o ritenuto da impedimenti che producono stropiccio. In meccanica l'attrito fu sempre considerato come una forza che agisce contro il movimento in atto, e si è perfino creduto che la forza attiva di una macchina ne potesse venire interamente distrutta.

Come prima causa della distruzione del moto l'attrito era un fatto manifesto, e poteva come tale esser compreso nel calcolo; ma in quanto poi che si accordava ad esso il valore di una teorica, commettevasi un fatale errore; poichè se una forza potesse venire del tutto distrutta ed aver per effetto un *niente*, non sarebbe certamente una cosa contraddittoria il credere che possano darsi delle circostanze in cui dal *niente* nasca una forza. La possibilità della invenzione di una macchina che rimanesse sempre in moto senza aver bisogno di una forza esterna che glielo comunicasse, come il pensare che questa macchina per se stessa riproducesse sempre nuovamente la forza consumata, questa possibilità, io dico, alla quale le menti più argute hanno data fede per tanti secoli, era poggiata in parte sopra il valore teorico accordato all'attrito. Certamente una simile macchina perpetua avrebbe ben compensate le spese della sua costruzione, poichè sarebbe stata come una gallina che facesse le uova d'oro, e se ne sarebbe potuto cavar lavoro senza far nuove spese, onde per mezzo suo straordinari lucri si sarebbero potuti fare.

Di nozioni più adequate sul vero valore delle forze noi andiamo debitori al Dott. Mayer, medico in Heilbron. Le investigazioni dei più distinti fisici e matematici vi si rannodano; esse hanno acquistato così un valore ed una importanza che non erano al certo da prevedere; una quantità di fenomeni non compresi e non spiegati prima si sono rischiarati, e molti desiderii si sono compiuti.

Le forze, dice il Dott. Mayer, sono delle cause, e su di esse deve aver piena applicazione il principio, che ogni effetto corrisponde ad una causa, e che essa a quella sia eguale. *Causa aequat effectum.* Quindi se una causa $=C$ ha un effetto $=E$, abbiamo $C=E$. Or se l'effetto E diviene la causa di un altro effetto $=e$, avremo $E=e=C$. In una consimile serie di cause e di effetti nes-

sun fattore potrà giammai diventar zero = niente. Se la causa data C ha prodotto un eguale e corrispondente effetto E, questa causa operando ciò ha cessato di esistere appunto perchè è divenuta E. E siccome C passa in E e questa in *e*, così a tutte queste cause in rapporto alle loro quantità deve appartenere necessariamente la proprietà della *non distruttibilità*, e rispetto alle loro forme quella della *mutabilità*. In un infinito numero di casi noi vediamo cessare un movimento, senza che un peso o un carico venisse sollevato, e senza che una pressione o un traimento si fosse prodotto. Ma la forza che effettua il movimento non può diventar *nulla*, e perciò si dimanda quali forme questa forza è capace di prendere. L'esperienza ci fornisce sopra ciò molti lumi. In ogni punto ove per l'attrito, per un colpo, o per una mossa, viene annientato un movimento, sorge il calorico come effetto del movimento. Il movimento è quindi la causa del calorico.

Due lamine di metallo che si toccano stropicciando, si riscaldano a segno da diventare incandescenti; se queste lamine si fregano sotto l'acqua, questa si riscalda insino al punto della ebollizione. Nel modo stesso la scarpa di ferro di una ruota di carretta, quando questa vien mossa con una data velocità, si riscalda delle volte fino al punto che non si può toccarla senza scottarsi.

Quando sulla mola si acuminano le punte degli aghi da cucire, l'acciaio diventa rosso incandescente, e le particelle di acciaio portate via dal fregare si abbruciano scintillando. I pezzi che si premono contro le ruote delle carrozze delle ferrovie, onde arrestarne il movimento, si riscaldano spesse volte fino al punto che la loro superficie arde emanando un odore empireumatico. Grattando dello zucchero bianco sopra una grattugia di ferro, le parti staccate dal fregamento danno l'odore dello zucchero abbruciato (caramelo). Fregando due pezzi di ghiaccio l'uno coll'altro essi si liquefanno.

In Inghilterra, nelle fabbriche di acciaio, il fabbro riscalda nella fucina un bastone di acciaio della lunghezza di 10 in 12 pollici in una sola delle sue estremità e fino a che questa diventa rossa incandescente, indi lo porta sotto il martello meccanico e lo riduce in forma di una sottile bacchetta della lunghezza di altrettanti piedi senza che la mettesse un'altra volta nel fuoco, e quest'ultima è condizione essenziale onde ottenere una buona qualità di acciaio. Ogni punto che il martello percuote con i suoi rapidi e forti colpi diventa rosso incandescente; e sembra allo spet-

tatore che quella incandescenza cammini ora innanzi ora indietro lungo la bacchetta. Il calore incandescente è prodotto dai colpi di martello e corrisponde ad una quantità di calorico che basterebbe a riscaldare molte libbre di acqua insino al punto di ebollizione. L' estremità del bastone riscaldato al rosso nel fuoco e dipoi tuffato nell'acqua, avrebbe riscaldato appena altrettante *loth* (mezz' once) insino alla temperatura della ebollizione.

Tra i colpi del martello (causa) ed il calore (effetto) deve dunque, dietro le riflessioni che di sopra abbiam fatte, esistere un rapporto determinato, a rintracciare il quale i fisici hanno escogitati gli esperimenti più arguti. Il calore altro non era che la forza operativa tramutata; e la enunciazione di Mayer essendo giusta, avrebbe dovuto alla detta forza necessariamente corrispondere un valore eguale di effetto, e con la quantità di calore che si era prodotto si avrebbero dovuti poter effettuare altrettanti colpi di martello quanto quelli che furono dati onde produrre il calore ottenuto.

Da un esame più minuto del fenomeno risulta che il martello doveva essere sollevato onde produrre i suoi colpi, e che la sua forza operativa non gli era propria, ma bensì comunicata.

Il martello fu sollevato dalla ruota idraulica, e questa fu messa in movimento da un peso di acqua che cadde sulle palette di essa. Onde sollevare all'altezza di un piede un martello del peso di dieci libbre dovevano almeno 10 libbre di acqua cadere dall' altezza di un piede sulla ruota; e precisamente fu questo peso dell'acqua in caduta che per la interposizione del martello produsse il calorico. In virtù di un'altra disposizione delle parti meccaniche, la stessa forza avrebbe fatto girare con la massima velocità intorno al suo asse una macina, ovvero avrebbe indotto allo stato d' incandescenza due dischi metallici mercè l'attrito.

Dietro esatti esperimenti a tal'uopo eseguiti si è trovato che 13 500 colpi di un martello pesante 10 libbre, i quali cadono dall' altezza di un piede sopra la bacchetta, producono una quantità di calorico che basta a riscaldare una libbra di acqua da 0° insino al punto di ebollizione cioè a 100° C., o quel che allo stesso si riduce, 1350 cantaia di acqua, che cadono dall'altezza di un piede, riscaldano una libbra di acqua da 0° (punto di congelazione) a 1°, e che la quantità medesima di calorico corrisponde ad una forza d'azione mercè cui 13 cantaia e mezzo si possono sollevare all'altezza di un piede.

Sempre che per opera dell'attrito o dell'urto va a perdersi parte del movimento in qualsiasi macchina, nasce una quantità corrispondente di calorico; e qualora il calorico da parte sua è adoprato al lavoro, svanisce una quantità di calorico eguale a quella che perde 1 libbra di acqua quando si raffredda per 1°, e ciò per ogni effetto meccanico ottenuto, che si può esprimere col peso di 13 cantaia e mezzo cadute dall'altezza di 1 piede o sollevate alla stessa altezza. Siffatta quantità di calorico ha perciò un valore pari a quella forza d'azione, e n'è l'equivalente.

In varie maniere questa legge del rapporto costante tra il calorico ed il movimento meccanico si è comprovata. La bacchetta metallica può essere stesa mercè dei pesi che vi si attaccano, vale a dire, può esser allungata; e qualora certi dati limiti non vengano oltrepassati, il metallo riprende la sua primitiva lunghezza quando i pesi sono tolti. Or col calorico la bacchetta di metallo si comporta nella stessa maniera che verso i pesi attaccati; essa riscaldandosi si allunga e raffreddandosi fa ritorno alla lunghezza che avea prima del riscaldamento. Egli è chiaro che la pressione esercitata dalla bacchetta in atto che si allunga è eguale alla forza di traimento con la quale nel raffreddamento si raccorcia. Or si è trovato che il calore ed il peso attaccato non solo producono uno stesso allungamento, ma serbano tra loro quello stesso rapporto indicato dai numeri di sopra, cioè, che se una quantità di calorico, la quale basta onde riscaldare per 1° una libbra di acqua, vien comunicata ad una bacchetta di ferro, questa potrà sollevare per un piede un peso di 1350 libbre.

Di ciò da molto tempo si è fatta una importante applicazione nel Conservatorio delle arti e mestieri in Parigi. In questo edificio, ch'è un antico monastero, la nave della Chiesa serve all'esposizione di una raccolta di oggetti industriali, di macchine e di utensili. La vôlta di questa Chiesa ebbe per tutta la sua lunghezza una fenditura la quale ogni anno si faceva più larga, di maniera che già di più pollici si era aperta, e la pioggia e la neve vi cadevano per essa nell'interno. Ben si avrebbe potuto chiudere la fenditura per mezzo di un rappezzamento, ma ciò facendo non si sarebbe riparato al dissesto delle mura laterali. Si trattava già di gettare a terra tutto l'edificio, allorchè un fisico fece la seguente proposta che messa in esecuzione riuscì a conservarlo. Si tirarono delle lunghe e forti stanghe di ferro a traverso della nave della Chiesa, e da una parte se ne fermarono le estremità in uno

de' muri laterali; dall'altra le estremità che finivano in forma di vitoni maschi si fecero passare attraverso del muro opposto in guisa da sporgere per qualche pollice in fuori, e però in maniera che vi si potessero avvitare dei chiocciolonì perfettamente combacianti col vitoni.

Si strinsero fortemente i chiocciolonì contro la parete esterna del muro, e ciò fatto, si riscaldarono contemporaneamente tutte le stanghe mercè della paglia accesa. La conseguenza ne fu che le stanghe si estesero e si allungarono, onde i chiocciolonì che prima del riscaldamento si ritrovavano stretti al muro se ne distaccarono dopo per alcuni pollici. Si strinsero di poi un'altra volta i chiocciolonì fermamente contro al muro, e si fecero raffreddare le stanghe; mercè il raffreddamento queste si restrinsero con forza enorme e le mura laterali si ravvicinarono; ripetuta che fu questa operazione per due volte la fenditura non esisteva più. L'edificio con le stanghe che lo mantengono congiunto esiste tuttavia.

In un modo simile all'effetto meccanico del calorico, la forza d'azione di una macchina che riceve il movimento in virtù di una corrente elettrica si esprime anche con pesi che vengono sollevati ad una data altezza. Noi produciamo una corrente elettrica per mezzo di una magnete ruotante, o, come nella colonna galvanica, mercè una soluzione di zinco. Verso i fili di metallo questa corrente si comporta in ragione diretta della loro grossezza, e nel modo stesso che si comporta un tubo largo o stretto verso un fluido. Havvi bisogno di più tempo o di una pressione maggiore per far passare una stessa quantità di fluido per un tubo stretto di quello che farebbe mestieri per un tubo largo. E nello stesso modo un filo metallico sottile offre alla corrente elettrica una resistenza maggiore che un filo grosso. Per siffatta resistenza, o, se volete, per effetto di un ingorgamento, viene impedito il movimento della corrente elettrica e n'è distrutto; solamente una parte dell'elettricità passa pel conduttore della corrente, e l'altra impedita nel suo passaggio tramutasi in calorico; il filo conduttore della corrente si riscalda o diventa incandescente; onde a misura della quantità di elettricismo tramutato in calore, la temperatura si aumenta in modo, che un filo lungo di platino ne vien fuso, e un filo di oro ne vien fuso e volatilizzato. Mercè di un sottil filo di platino avvolto in forma di spira intorno ad un tubo di vetro che si circonda con acqua, facendovi passare una corrente non troppo

debole, si può in breve tempo portare una quantità considerevole di acqua a bollire a gorgoglio.

Qualora la corrente elettrica in un filo spiriforme circola intorno ad un pezzo di ferro, questo diventa una potente calamita, capace di attirare e di mantenere sospese molte cantaia di ferro. La forza elettrica si converte in forza magnetica, mercè la quale si può dar moto ad una macchina. La quantità della forza di azione che il pezzo di ferro riceve in virtù della corrente elettrica sta in un rapporto ben determinato con la quantità dell'elettricità circolante nei conduttore della corrente, e questa ultima quantità, rimanendovi eguali le sorgenti, dipende dalla conformazione del conduttore della corrente. Quella parte dell'elettricità che nei conduttore si è tramutata in calorico, non esercita più alcun effetto sul pezzo di ferro, cioè non produce in esso forza d'azione. Or si è trovato che la quantità di elettricismo nella corrente, il calore che se n'è prodotto, e la forza magnetica tramutata in forza di azione, stanno tra loro in un rapporto simile a quello esistente tra la forza d'azione prodotta dalla pressione di una massa di acqua caduta ed il calore ingenerato dall'attrito o dall'urto. Quella stessa quantità di elettricismo, che tramutata in calorico per la resistenza incontrata nella trasmissione fu capace d'innalzare la temperatura di una libbra di acqua per un grado, dà luogo ad una forza magnetica attrattiva mercè cui 13 cantaia e mezzo possono innalzarsi per un piede.

Se il filo metallico, nel quale circola la elettricità, vien tagliato, o se le sue due estremità vengono immerse in un recipiente in cui sta dell'acqua, si dà luogo ad una chimica decomposizione di questa; l'acqua dividesi in idrogeno e ossigeno. La corrente elettrica s'inverte in affinità chimica, ed in una forza che tira, la quale condiziona la separazione degli elementi dell'acqua, senza che si manifesti nè calorico nè forza magnetica; collo sviluppo dell'idrogeno e dell'ossigeno spariscono tutt'i segni della corrente elettrica. Tutti gli effetti prodotti dalla corrente elettrica, il suo potere d'ingenerare calorico e forza magnetica, si sono però solo in apparenza annientati; in luogo di esso si son posti due gas differenti, dei quali l'uno, l'idrogeno, è combustibile, cioè combinabile con l'ossigeno, onde acceso brucia formando di bel nuovo acqua. In siffatta combinazione si produce calorico.

Dagli esperimenti accuratamente eseguiti sopra di ciò, si è comprovato, che una corrente elettrica di una conosciuta forza,

tramutata nel conduttore in calorico, riscalda una libbra di acqua per 1°, e che qualora trovasi adoperata alla decomposizione dell'acqua, fornisce una quantità di gas idrogeno, la quale accesa ed abbruciata può esattamente riscaldare una libbra di acqua per un grado.

Quello che la corrente sembra aver perduto in calorico o in forza attrattiva durante la decomposizione dell'acqua è divenuto, si può dire, latente negli elementi dell'acqua. Alla riunione di questi ultimi in acqua, questo calorico diventa di bel nuovo libero, e qualora fosse stato tramutato in forza d'azione e non già impiegato per la decomposizione chimica avrebbe sollevato per un piede un peso eguale a quello che di sopra si è verificato sollevar l'elettricismo tramutato in forza magnetica attraente.

La corrente elettrica è l'effetto di un'azione chimica, e la quantità dell'elettricismo può venirne misurata mercè la quantità di zinco che fu disciolta. La forza chimica (l'affinità) si tramuta, durante la soluzione del zinco, in una quantità corrispondente di elettricità. Questa si converte nel conduttore della corrente in un equivalente di calorico o in un equivalente di forza magnetica attrattiva, ovvero, come nella decomposizione dell'acqua, in un equivalente di forza chimica.

In nessun caso vi è un *deficit*, in nessuno un sopravvanzo. Quando la materia, come dicono taluni, non è distruttibile, non lo sono neanche le forze; la forza non muore, lo annientamento apparente di essa, il suo sparire, altro non sono che un tramutamento.

Noi sappiamo adesso donde traggono la loro origine il calorico e la luce, mercè dei quali le nostre abitazioni vengono riscaldate ed illuminate; sappiamo donde proviene quel calorico e quella forza che il nostro corpo produce in virtù del processo vitale; tutte le sostanze atte alla combustione ed a servire per illuminare derivano dalla sorgente stessa da cui provengono anche gli alimenti che alla giornata debbonsi consumare; essi nascono dalle piante. Gli alimenti delle piante sono di natura terrestre; esse li ricevono dall'acqua, dalla terra e dall'aria. Nella pianta decompongonsi certe combinazioni inorganiche, cioè l'acido carbonico, l'acqua e l'ammoniaca; il carbonio dell'acido carbonico, l'idrogeno dell'acqua, l'azoto dell'ammoniaca depongonsi nella pianta come parti costituenti gli organi della medesima; l'ossigeno dell'acido carbonico e quello dell'acqua ritorna in forma di gas nell'atmosfera. Ma senza la luce solare la pianta non cresce.

Il processo vitale si presenta nella pianta come il contrapposto del processo chimico nella formazione dei sali.

L'acido *idrocarbonico* e lo *zinco*, posti tra loro in contatto, esercitano l'uno sull'altro un'influenza determinata; in virtù della loro affinità chimica si forma unitamente ad una *secrezione d'idrogeno* una combinazione di color bianco ed in forma di una polvere, che contiene acido carbonico, zinco, e l'ossigeno dell'acqua.

Nella pianta in luogo dello zinco havvi il germe vivificato o la parte viva della pianta stessa; crescendo questa, dall'acido carbonico e dall'acqua, accompagnate da una *secrezione di ossigeno*, nascono delle combinazioni, le quali contengono carbonio ed idrogeno, o carbonio e gli elementi dell'acqua.

Nel modo simile, come la corrente elettrica fa cessare la naturale attrazione degli elementi dell'acqua e li fa disgregare, la luce solare agisce sulla vita delle piante.

Priva della luce solare la pianta non cresce di massa; il germe vivificato, la foglia verde, debbono al sole, che non è di questo mondo, il loro potere di tramutare gli elementi terreni di questo mondo in forme vive che manifestano delle forze. Il germe, anche senza la luce del sole si sviluppa sotterra; ma non appena che spunta fuori dalla terra, esso riceve dai raggi solari il potere di trasformare i suoi alimenti inorganici in parti di sè. Però i raggi lucidi e calorifici del sole, dando la vita, perdono il loro calorico come anche parte della loro luce, e qualora mercè la influenza di essi trovansi decomposti l'acido carbonico, l'acqua e l'ammoniaca, la loro forza risiede allora entro i prodotti generali nell'organismo. Il calore con cui noi riscaldiamo le nostre abitazioni è calore del sole, la luce con cui le illuminiamo è luce improntata da esso.

Gli alimenti degli uomini e quelli degli animali costano di due specie di sostanze del tutto differenti nella loro composizione. L'una ne serve a fare il sangue ed a comporre le parti del corpo che hanno forma; l'altra contiene delle sostanze, che nella loro composizione non differiscono dall'ordinario materiale combustibile. Lo zucchero, l'amido, la gomma del pane si possono riguardare come fibra legnosa tramutata, giacchè di fatti li possiamo preparare dalle legna. L'adipe pel suo contenuto di carbonio, si avvicina assai al carbon fossile. Noi riscaldiamo il nostro corpo in modo simile come riscaldiamo le stufe, cioè con materiali combustibili, i quali contengono gli elementi delle legna e del carbon

fossile, ma che da questi differiscono essenzialmente per la loro solubilità nei succhi del corpo.

Chiaramente si vede, come le sostanze nutritive che producono il calore animale non ingenerino alcuna meccanica forza, perchè la forza non è altro che il calorico tramutato, e perchè il calorico che mantiene ed aumenta la temperatura del corpo animale, nè preme, nè tira, ma bensì riscalda.

Tutti gli effetti meccanici che nel corpo vivo si verificano, in virtù dei quali ha luogo il movimento degli organi e quello delle loro membra, sono accompagnati e dipendenti da un mutamento nella composizione e nella natura di quelle parti assai composte contenenti solfo e azoto, di cui si compongono i muscoli, e che sono fornite dal sangue e che derivano in ultima forma appunto da quelle parti integranti che l'uomo negli alimenti in se riceve. Nell'atto che gli alimenti si dispongono in nuove combinazioni più semplici, cambiando luogo e posizione, essi producono moto; il movimento molecolare delle parti che si tramutano, si trasporta sulla massa della sostanza muscolare. Egli è evidente che il cambiamento della materia è la sorgente della forza meccanica nel corpo (1).

(1) Per farsi una chiara idea di quanto succede, bisogna tener presenti altri fenomeni analoghi. Non solo nel corpo vivo, ma ancora al di fuori di esso, ha luogo un simile cambiamento di materia in tutte le parti che contengono solfo e azoto, e che costituiscono tanto il succo delle piante, quanto quello degli animali. In un pezzo di carne esposto alla temperatura del corpo umano, e messo in contatto con acqua si verifica assai rapidamente un disgregamento delle parti che lo compongono (la così detta putrefazione). Introdotto nell'acqua con zucchero ha luogo la così detta fermentazione. Gli atomi dello zucchero si disgregano pur essi e si dividono in atomi di acido carbonico ed in atomi di alcool, i quali riuniti contengono in se gli elementi dell'atomo dello zucchero. Questa disgregazione non è l'effetto di una attrazione chimica, ma bensì è quello di un semplice movimento molecolare, di un cambiamento cioè del luogo e degli elementi dell'atomo zuccherino ed in conseguenza è l'effetto di una forza o di una pressione che ha condizionato il movimento di essi. Nella fermentazione noi non conosciamo altra cagione se non la decomposizione di una materia contenente o solfo o azoto, ed il movimento molecolare in cui ritrovansi gli atomi di essa è manifestamente quello che ha provocato anche il movimento nell'atomo di zucchero e il tramutamento di esso. Nella fermentazione non vengono posti in movimento gli atomi dello zucchero, ma bensì le minime particelle di questi (le molecole degli atomi zuccherini, vedi la lettera xx); nel movimento muscolare agisce la stessa causa; in quella par-

Nella pianta viva è solamente sotto la influenza o per la cooperazione dei raggi solari che nascono le parti costitutive degli alimenti degli uomini e degli animali le quali ingenerano forza e calorico; in esse i raggi del sole sono divenuti latenti, nell'istessa guisa come di sopra abbiamo trovato l'elettricismo della corrente esser diventato latente nell'idrogeno che proveniva dalla decomposizione dell'acqua.

L'uomo riceve nel suo corpo per mezzo degli alimenti, e giornalmente per i suoi cibi un'accumulata quantità di forza e di calorico improntati dal sole, i quali appariscono e rendonsi efficaci, qualora nel processo vitale ritornano per altre vie a quello che erano, cioè quando le formazioni vivificate si decompongono di bel nuovo negli elementi primitivi.

Oltre la provvisione di forze che giammai non si distruggono, la nostra terra ne riceve giornalmente da'raggi del sole un sopravvanzo che serve a mantenere la vita ed il moto; e così tutto quello che in noi vi è di meglio in questo pugno di argilla - il nostro corpo - riconosce la sua origine da molto lungi; ma ciò nonpertanto anche di esso nessun polviscolo si perde.

---

te della macchina o dell'apparato che noi chiamiamo muscoli, un movimento molecolare tramutasi in un movimento della massa, e questo si trasferisce all'atomo muscolare (all'elemento anatomico) e non già alle sue molecole. Qualora producesi del calorico per un colpo o per una spinta, p. e. durante la martellazione della bacchetta di acciaio (vedi pagina 137), un movimento di massa (del martello) si tramuta in un movimento molecolare (in calore), ed in un modo del tutto simile, un corpo riscaldandosi esercita (per movimento molecolare) una pressione (movimento di massa) su tutto ciò che gli è vicino.

LETTERA XIV.

La forma e l'aspetto dei corpi siccome appaiono all'occhio, il colore, la trasparenza, la durezza ec., o, come si suol dire, le proprietà fisiche dei medesimi, furono per lungo tempo considerate come dipendenti dalla natura de'loro elementi, cioè a dire dalla loro composizione. Uno stesso corpo, pochi anni addietro, non potevasi raffigurare in due stati, ed in certo modo fu stabilito come principio, che due corpi dovessero di necessità possedere proprietà eguali, tutte le volte che contenessero gli elementi stessi ed in proporzioni eguali di peso. Altrimenti come sarebbe stato possibile che i più acuti filosofi avessero concepito e sostenuto che la composizione chimica sia una compenetrazione, e la materia infinitamente divisibile? Una compenetrazione delle particelle elementari in atto della chimica combinazione presuppone che le particelle componenti, *a* e *b*, trovinsi in un medesimo luogo, e quindi proprietà differenti in una composizione identica non si possono verificare.

Questa opinione dei filosofi naturalisti cadde in obblio, come tutte le altre del tempo passato, senza che alcuno siasi data la pena di più sostenerla. Alla forza della verità, quale essa sorge dalla osservazione, nulla resiste. Nella natura organica si rinvenne una quantità di combinazioni, le quali benchè identicamente composte hanno proprietà ben differenti; ad esse si è dato il nome di *corpi isomerici*. La estesa serie degli olii volatili, a cui appartengono l'olio di terebentina, di cedro, di balsamo coppaiba, di rosmarino, di ginepro ed altri, così diversi per l'odore, per gli effetti medicinali, pel punto di ebollizione ec., contengono il carbonio e l'idrogeno in una proporzione identica, nè l'uno di essi contiene di siffatti elementi più o meno dell'altro.

Di qual mirabile semplicità non si manifesta a noi la natura organica sotto questo riguardo? Con due pesi uguali di due componenti essa produce una straordinaria varietà di combinazioni, che meritano grandemente la nostra attenzione. Si sono scoperti

dei corpi i quali, come la sostanza cristallizzante contenuta nell'olio di rosa, solida e volatile alla temperatura ordinaria, hanno la stessa composizione del gas che arde nella fiamma dei nostri lumi, e quest'ultima proprietà è posseduta altresì da una dozzina di altri corpi di cui ciascuno differisce non poco dall'altro per le proprietà.

Siffatti risultamenti, cotanto importanti nelle loro ulteriori relazioni, non senza sufficienti pruove furono ammessi come verità; singole osservazioni di tal fatta erano note già da molto tempo, ma quali orfanelle giravano nel dominio della scienza, finchè si scoprirono dei corpi, i quali facendosi convertire ad arbitrio gli uni negli altri, prima e dopo, fornirono le pruove più chiare dell'analisi sull'assoluta eguaglianza della composizione di corpi che hanno proprietà differentissime. Nell'acido cianurico, nell'idrato di acido cianico e nel ciammelide abbiamo tre di siffatti corpi: il primo di essi è solubile nell'acqua, cristallizzabile ed atto a formare dei sali con gli ossidi metallici; l'idrato di acido cianico è un fluido volatile eccessivamente corrosivo, il quale senza scomporsi non si può mettere in contatto con l'acqua; il ciammelide è una massa bianca somigliante alla porcellana ed affatto insolubile nell'acqua. L'acido cianurico ermeticamente chiuso in un vaso convertesi, per l'influenza di una temperatura più elevata, in idrato di acido cianico, e questo trasformasi alla temperatura ordinaria in ciammelide, senza che alcuna delle sue parti costituenti esca dalla combinazione, o che altro estraneo principio vi si combinasse.

Il ciammelide si lascia a piacere convertire di bel nuovo in acido cianurico o in idrato di acido cianico. In una consimile relazione reciproca stanno l'aldeide, il metaldeide, l'elaldeide, l'urea ed il cianato di ammoniaca, imperocchè ciascuno di siffatti corpi può essere tramutato nell'altro, senza che vi cooperi una altra sostanza.

La sola considerazione che la materia non sia divisibile all'infinito e che essa sia costituita d'atomi che sfuggono alla possibilità di esser divisi ulteriormente, ci dà contezza soddisfacente di siffatti fenomeni. Nella chimica combinazione non compenetransi questi atomi, ma si ordinano in un modo determinato, e da siffatto ordinamento dipendono le proprietà che essi ci manifestano. Se dietro perturbazioni esterne cambiano sito, essi combinansi in un altro modo, producendo così un altro corpo con

proprietà affatto diverse. Un atomo di un corpo può riunirsi con un atomo di un altro, due possono unirsi con due, quattro con quattro ed otto con otto di un altro, e formare una sola molecola composta; in tutte queste combinazioni la composizione in 100 parti del peso è assolutamente identica, e ciò non per tanto le proprietà chimiche non possono esser le stesse, poichè abbiamo in tal caso delle molecole composte, di cui l'una contiene due atomi semplici, l'altra quattro, e la terza otto ovvero sedici.

Numerose e belle osservazioni derivarono da queste scoperte, una quantità di segreti la mercè loro svelossi in modo naturalissimo. Così nell'amorfismo si è fatto acquisto di una nuova idea con cui si dinota uno stato particolare, il quale è il contrapposto alla cristallizzazione. In una soluzione che si cristallizza osservasi un moto continuato; le particelle più piccole, come se fossero magneti, respingonsi in una direzione, attiransi in un'altra e dispongonsi le une accanto alle altre; esse assumono forma regolare, la quale in circostanze eguali non varia giammai. Ma ciò non ha luogo ogni qual volta le parti dallo stato fluido o gassoso assumono quello di corpo solido. Alla formazione dei cristalli richiedesi movimento e tempo. Se noi costringiamo un corpo fluido o gassoso a divenire solido ad un tratto, se alle sue particelle non concediamo il tempo di disporsi nelle direzioni in cui la loro attrazione (forza di coesione) è massima, non si formeranno cristalli; esse rifrangeranno diversamente la luce, avranno un altro colore, un'altra durezza ed una adesione differente. Così conosciamo un cinabro rosso ed un altro nero come il carbone; un solfo solido e duro ed un altro molle, trasparente, e che si fa tirare in lunghi fili; e conosciamo il vetro, nello stato di un corpo opaco bianco come il latte, talmente duro che battuto coll'acciarino caccia scintille, e nello stato ordinario trasparente a frattura concoidale.

Questi stati tanto differenti per le loro proprietà provengono da ciò che in un caso gli atomi dispongonsi con regolarità e nell'altro confusamente; l'uno dei corpi è amorfo e l'altro è cristallizzato.

Tutto ciò che influisce sulla forza di coesione deve fino ad un certo punto alterare le proprietà dei corpi. Il carbonato di calce cristallizzato a freddo possiede la stessa forma cristallina e la stessa durezza dello spato calcare, non che il suo potere di rifrangere la luce; cristallizzato a caldo, esso ha la forma e le proprietà dell'aragonite.

Finalmente l'isomorfismo, e la identicità delle forme di molte combinazioni chimiche somiglianti per la loro composizione, tutto sembra additare, che la materia consta di atomi, la disposizione dei quali determina la proprietà dei corpi.

Il ferro ed il manganese, il cobalto ed il nichel, il platino e l'iridio s'incontrano qnasi sempre uniti negli stessi minerali; essi hanno molte proprietà comuni, e posseggono lo stesso peso atomistico. La somma dei pesi degli atomi del cloro e del iodo divisa per 2, dà assai approssimativamente il peso degli atomi del bromo, che rispetto alle sue proprietà fisiche e chimiche sta in mezzo di entrambi quei corpi; nel modo simile ottiensi dalla media dei pesi degli atomi del potassio e del litio assai approssimativamente il peso atomistico del sodio.

Noi conosciamo due differenti stati del ferro, ch'è ritenuto come corpo semplice, e due del ciano il quale quantunque composto possiede tutte le proprietà di un corpo semplice.

Mantenendo il fosforo ermeticamente chiuso per qualche tempo ad una temperatura poco inferiore a quella in cui bolle, subentra una vera coagulazione e con qnesta ha luogo un tramutamento delle sue proprietà distiutive. Un corpo allo stato ordinario senza colore, facilmente solubile, facilmente accensibile, lucente nell'oscuro, che da se stesso bruciando forma un acido deliquescente, alla temperatnra di 250 gradi diventa solido, di color rossiccio scuro, perde la sua facile combustibilità e non si altera al contatto dell'aria umida. Il fosforo ordinario si discioglie in quasi tutte le proporzioni nel solfuro di carbonio; il fosforo alterato non vi si scioglie: il fosforo ordinario è assai velenoso, quello alterato non esercita influenza alcuna sull'organismo animale, qualora nelle stesse dosi del primo si somministra ai cani. Ben si comprende che qnalora sotto il nome di fosforo s'intende abbracciare una somma di certe proprietà, non dovrebbe essere più lecito che il fosforo alterato seguitasse ad avere nome di fosforo, ogni qual volta non fosse possibile di fargli riacquistare tutte le sue proprietà perdute, e di far svanire tutte quelle novellamente acqnistate: esposto al calore di una debole incandescenza il fosforo alterato fa ritorno allo stato di fosforo ordinario.

Un simile duplice stato noi conosciamo nel ciano, il quale alla temperatura ordinaria è un gas incolore, facilmente accensibile, che brucia con fiamma rossa, e che esposto ad un forte freddo diventa liquido. Preparando il gas cianico dal cianuro di

mercurio, dal quale si ottiene per effetto di un' alta temperatura, parte del gas cianico in atto che si sprigiona tramutasi in un corpo solido di color bruno scuro, molto difficile ad infiammarsi, e che esposto ad un forte calore incandescente si rimuta in gas cianico ordinario.

In simil guisa il cloralo fluido diventa alla temperatura ordinaria un corpo solido, bianco e somigliante alla porcellana; esposto ad un' alta temperatura esso ritorna allo stato di cloralo ordinario. Lo stirolo, un fluido incolore, assai volatile che si fa mischiare con l'alcool e coll'etere, si solidifica per la influenza del calorico e diventa trasparente come il vetro, insolubile nell'alcool e assai difficile a sciogliersi nell'etere. Esposto ad un calore più forte esso rimutasi in stirolo fluido e volatile.

Nel suo comportamento verso il calorico il fosforo somiglia perfettamente ai corpi sopraccitati. Quale è la causa di siffatte metamorfosi nelle proprietà dei corpi? Qual parte enimmatica vi prende il calorico? Noi abbiamo spiegate le variazioni nelle proprietà fisiche dei corpi semplici e dei corpi composti per mezzo di una differente disposizione delle loro parti elementari o costituenti, come pure la ineguaglianza delle proprietà fisiche e chimiche dei corpi a composizioni identiche per mezzo di una disposizione ineguale degli elementi che compongono le loro parti costituenti. Or questo modo di vedere potrà essere giusto per molti di essi: ma come avviene poi nel fosforo, che esso ne' suoi due stati diversi possiede delle proprietà chimiche, fisiche e fisiologiche del tutto differenti, e si deve non pertanto considerare come corpo semplice?

LETTERA XV.

Noi ci rendiamo ragione delle differenze che osserviamo nelle proprietà dei corpi di eguali composizioni (isomerici) ammettendo una disposizione differente, o un numero differente di atomi nelle particelle che li costituiscono, e siffatta supposizione è divenuta una piena certezza rispetto a molti di essi; ma pure la detta spiegazione non pare ci dia ragione del fosforo, del selenio e di molti altri che son tenuti in conto di corpi semplici. Il fosforo bianco differisce dal fosforo rosso per le sue proprietà fisiche, chimiche e fisiologiche, non meno di quello che l'acido idrocianico differisce dal ciammelide, e qualora noi ci raffiguriamo che la ragione della differenza tra questi corpi sia poggiata sopra una causa identica, il fosforo dovrebbesi considerare come un corpo composto, di cui non ci è nota cosa alcuna sulle parti che lo compongono.

Un simile procedimento non è ammissibile nella scienza, poichè in questo caso noi ci creeremmo una ipotesi, che non avrebbe altro fondamento se non quello dei fenomeni che abbisognano di essere spiegati.

Agli stati differenti in cui i corpi semplici posseggono delle proprietà ineguali si è data la denominazione di *stati allotropici*, ma la parola Allotropia (da ἀλλότροπος - di un altro modo) altro non è che una voce; giacchè non spiega affatto questi stati. Tutte le interpretazioni date finora a siffatti stati, e che anche oggi richiamano la nostra attenzione, hanno perduto ogni fondamento per la scoverta dell'ossigeno ozonizzato fatta da Schoenbein; e la esistenza di esso ha servito come a ricordarci un'altra volta, quanto poco noi sappiamo sulla natura della materia, e sulla causa da cui derivano le proprietà di essa. Il gas ossigeno ordinario e quello ozonizzato differiscono tra loro per le proprietà, quanto il gas ossigeno ed il gas cloro.

Il gas *ossigeno ordinario*, tal quale come noi lo conosciamo nell'aria, ha alla temperatura ordinaria una minore affinità per i

metalli che il iodo; esso non iscompone i ioduri metallici e non si combina con il iodo; non ossida l'argento e non reagisce sull'alcool; non distrugge le sostanze gassiformi puzzolenti, e non ossida da per sè nè l'ammoniaca nè l'azoto.

Il gas *ossigeno ozonizzato* decompone i ioduri metallici, ne separa il iodo, e qualora vi si trovi in eccesso, si combina immediatamente col iodo formandone un ossido; ossida l'argento e lo tramuta in sott'ossido. In maniera simile esso si comporta verso molti altri metalli, i quali, ad eccezione dell'oro e del platino, vengono convertiti in ossidi o in sott'ossidi; le ossidazioni di ordine inferiore del solfo, del fosforo, dell'azoto ec. cambiansi per esso in quelle di ordini superiori; le combinazioni dell'idrogeno col iodo e col solfo si decompongono isolando dell'iodo e del solfo; e l'ammoniaca, si decompone in acido nitrico ed acqua, e l'azoto in presenza della calce anche in acido nitrico; i miasmi puzzolenti, i colori organici, e lo stesso indago ne vengono distrutti; l'alcool si trasforma in aldeide, e l'acido acetico in acido formico: questi sono tutti dei più energici effetti che l'ossigeno ordinario può produrre solamente coadiuvato da altri corpi, o da una temperatura più elevata. Il gas ossigeno in se passivo diventa in queste circostanze attivo come quello ozonizzato; e però quest'ultimo porta queste proprietà attive in se stesso, cioè nelle sue molecole.

La prossima occasione alla scoverta di cosiffatto mirabile tramutamento dell'ossigeno la dettero a Schoenbein taluni fenomeni che l'aria ci presenta, quando attraverso di essa facciamo passare una quantità di scintille elettriche. Essa acquista da ciò quell'odore particolare conosciuto dai fisici col nome di *odore elettrico*. Quest'odore proviene dall'ossigeno ozonizzato che si forma in cosiffatta circostanza: anche durante la decomposizione dell'acqua, mercè la corrente galvanica, una parte dell'ossigeno si converte in ossigeno ozonizzato.

Abbiamo di già sopra fatta menzione del come l'ossigeno ozonizzato decomponga i joduri metallici e come dal joduro di potassio p. e. egli ne isola il iodo. Come ben si sa, il iodo forma con la farina di amido, o con la colla di questa, una combinazione del colore dell'indaco. Ora mescolando della colla di amido con alquanto di joduro di potassio e dipingendone della carta emporetica che indi si fa asciugare, si ottiene in cosiffatta carta un mezzo sensibilissimo onde scovrire l'ossigeno ozonizzato.

Qualora dal conduttore facciamo diffondere dell'elettricità

nell' aria atmosferica, la sopra menzionata carta reagente introdotta in quest'aria vi si colorisce in pochi istanti in blù d'indaco; vi si produce dell'ossigeno ozonizzato, il quale sprigiona dal joduro di potassio contenuto nella carta il iodo che si combina coll'amido in ioduro blù di amido.

Lo stesso effetto produce sopra questa carta l'ossigeno proveniente dalla elettrolisi dell'acqua.

L'ossigeno dell'aria, come scorse SCHOENBEIN, si fa anche convertire in ossigeno ozonizzato per effetto di certe chimiche azioni.

Introducendo in una grossa boccia di cristallo un pezzo di fosforo, e versandovi tanto di acqua quanto basta perchè il pezzo di fosforo ne venga coverto a metà, e lasciando dipoi alla temperatura di 16 in 20°C. riposare per qualche ora la boccia leggermente chiusa, avrà luogo la ozonizzazione dell'ossigeno. Si avverte ben presto l'odore proprio (che sente leggermente di aglio) dell'ossigeno ozonizzato, e qualora s'introduce nella boccia una striscia di carta preparata nel mòdo detto di sopra, questa vi si tinge in un colore azzurro scuro.

Degno della nostra attenzione è il fatto, che le particelle dell'ossigeno, affinchè possano essere ozonizzate, debbano tra loro serbare una certa distanza; nel gas ossigeno puro alla temperatura ordinaria non si effettua l'ozonizzazione, ma questo ha luogo facilmente qualora il suddetto gas venga rarefatto sotto la campana pneumatica, ovvero quando si trovi mescolato, come nell'aria, con 4/5 di gas nitrogeno, o con vapori acquosi nella stessa proporzione. Togliendo dalla boccia il fosforo ed agitando con dell'acqua replicatamente l'aria contenutavi, vedesi scomparire man mano il bianco fumo di acido fosforico che avea riempita la boccia, senza che perciò il gas ossigeno ozonizzato si disciogliesse nell'acqua; e si possono allora studiare in quest'aria tutte le proprietà di esso. Sospendendo nella boccia una striscia di argento sottilmente battuto (schiuma di argento), questo si colorirà ben presto in bruno oscuro, ossidandosi il metallo in sott'ossido.

Un leggiero e sottilissimo strato splendente di arsenico, disteso sulla superficie di un pezzo di vetro o di porcellana, vi s'imbianchisce al momento trasformandosi in un ossido di arsenico; una carta ricoperta con del solfuro nero di piombo diventa bianca convertendosi questo in solfato di piombo; una carta imbevuta di solfato di manganese acquista un color bruno, tramutandosi il metallo in perossido; la tintura azzurra d'indaco, agitata in una

boccia con dell'aria cosiffatta vi si scolorisce; l'acqua di calce vi si converte in nitrato di calce; un pezzo di carne puzzolente perde in essa tutto il suo cattivo odore; i vapori dell' alcool dell' etere, dell' olio di terebentina o di altri oli eterici, quelli degl' idrocarburi e dell' acido solforoso sottraggono all' aria il suo ossigeno ozonizzato e si combinano con esso.

Se in una boccia, che contiene in fondo un pezzetto di fosforo coverto per metà d' acqua, noi sospendiamo un vasetto con dello spirito di vino, questo si tramuta in pochi giorni in acido formico. Il gas ammoniacale vi si trasforma in acido nitroso o in nitrato di ammoniaca.

L' aria ozonizzata se si respira produce la tosse, e se l' azione di essa continua per qualche tempo produce l' infiammazione delle mucose. Gli animali piccoli muoiono in quest' aria, ed il coniglio con sintomi che somigliano a quelli che il gas cloro produce in simili circostanze; e come Schoenbein ha ritrovato per mezzo del calcolo, basterebbero 2 milligrammi (1/33 di grano) per uccidere un coniglio.

L' ossigeno ozonizzato può mutarsi di nuovo in ossigeno ordinario per effetto del calorico.

Facendo passare il gas ossigeno ozonizzato attraverso di un tubo stretto di vetro debolmente incandescente, distruggonsi al momento le proprietà poc' anzi descritte; l' aria che esce dal tubo riscaldato non differisce più dall' aria atmosferica per qualsiasi proprietà.

La proprietà del fosforo, di convertire durante la sua propria ossidazione l' ossigeno dell' aria in ossigeno ozonizzato, non è proprietà esclusiva di quel corpo.

Un gran numero di materie, le quali come il fosforo si ossidano nell' aria umida alla temperatura ordinaria, dividono con esso il potere ozonizzante, p. e. l' olio di mandorle amare, l' acido solforoso, l' olio di terebentina, lo stibetilo; materie, come si vede, disparatissime per la loro natura e composizione, e che non hanno altro di comune fuorchè la proprietà di fissare, come il fosforo, alla temperatura ordinaria l' ossigeno, combinandosi lentamente con esso.

Sospendendo delle strisce di carta umettata con la soluzione di un sale del sott' ossido di manganese, o delle strisce di tela di lino colorate in azzurro mercè della tintura d' indaco, in un' aria in cui trovansi dei vapori di olio di mandorle amare, o un poco

di gas acido solforoso, la carta diventa bruna per la formazione del perossido, e la tela azzurra s'imbianchisce; l'indaco ne vien distrutto in modo permanente.

L'acido solforoso in virtù della sua affinità per l'ossigeno, lo toglie a molti ossidi; il sott'ossido di mercurio vien convertito in metallo, l'ossido di ferro in sott'ossido, l'acido nitrico in acido nitroso o in gas ossido nitrico. E certamente egli è un fenomeno de' più rari, quello cioè, che l'acido accennato in contatto con l'ossigeno e con una terza sostanza che abbia parimente affinità con l'ossigeno, agisce come un potente mezzo di ossidazione. Esso, mentre da parte sua passa in acido solforico, effettua la ossidazione contemporanea del corpo che gli si trova a lato, e ciò ha luogo appunto perchè tramuta in quell'atto l'ossigeno ordinario in ossigeno ozonizzato.

I lavori di Schoenbein in questo ramo della scienza ci hanno data conoscenza del fatto importante, che nei processi di ossidazione alla temperatura ordinaria, i quali noi chiamiamo col nome di eremacausia (lenta combustione) per distinguerli da quelli che hanno luogo ad una temperatura più elevata, l'ossigeno prima di formare con le singole molecole una combinazione in cui perde le sue proprietà, prima cioè che diventi parte costituente di una molecola, si combina precedentemente con la intera massa delle molecole, in modo che unito ad esse, le sue proprietà vengono sempre più aumentando di energia insino all'ozonizzazione. Bacchette di fosforo situate sopra un imbuto che poggia su di un recipiente di vetro in fondo al quale trovasi dell'acqua, vanno man mano in deliquescenza entrando in una lenta combustione; l'acqua nel recipiente di vetro diventa assai acida per l'acido fosforico e propriamente per l'acido fosforoso che si è formato. Or siccome l'acido fosforoso ha una affinità ben pronunziata per l'ossigeno, sarebbe da supporsi che in contatto con dell'ossigeno ozonizzato esso dovesse al momento combinarvisi e tramutarsi in acido fosforico. Ma ciò non avviene, poichè il fluido acidificato nell'anzidetto modo per la deliquescenza del fosforo contiene una quantità tale di ossigeno ozonizzato, che questo all'istante stesso in cui si mischia ad una soluzione di ioduro di potassio e di colla di amido, isolando del iodo, forma un mescuglio azzurro scuro come l'inchiostro. Nel modo simile comportasi l'olio di mandorle amare e più particolarmente quello di terebentina.

Agitando qualche goccia di questi due oli con un poco di colla di amido iodurato e con dell'aria, il mescuglio diventa turchino in pochi minuti per l'isolamento dell'amido iodurato.

L'olio di terebentina agitato con aria ne fissa sino a 2 per cento di ossigeno in forma di ossigeno ozonizzato, e diventa perciò un potente mezzo di ossidazione.

Noi non ci possiamo immaginare cosa più singolare di quella, che un corpo, come l'olio di terebentina, che consiste solo di carbonio e d'idrogeno, in virtù di questa proprietà di ozonizzare l'ossigeno, acquisti perfettamente le proprietà del cloro; l'acido solforoso in contatto con detto olio si trasforma in acido solforico; la tintura d'indaco che si agita con esso si distrugge in sul momento, nel modo stesso come si verifica quando si agita con l'acqua di cloro.

Quello poi che maggiormente richiama la nostra attenzione su questi fenomeni è la circostanza, che molti di essi hanno luogo solamente nella luce del giorno, o nella luce diretta del sole; nell'oscuro, o non hanno luogo, ovvero si effettuano lentamente.

L'acido fosforoso, l'olio di mandorle amare, l'olio di terebentina godono le proprietà sopra descritte, ma solo in modo transitorio; essi tanto nell'oscuro che alla luce del giorno perdono interamente tutte le proprietà ossidanti dopo qualche ora o giorno, con la sola differenza che ciò avviene in più breve tempo qualora trovansi esposti alla luce; l'acido fosforoso trovasi allora tramutato in acido fosforico, l'olio di mandorle amare in acido benzoico e l'olio di terebentina in un corpo resinoso.

Intorno al platino metallico di cui sappiamo che condensa alla sua superficie il gas ossigeno e lo induce in quello stato in cui si combina coll'idrogeno col quale si trova in contatto, formando acqua alla temperatura ordinaria, ed in quello altresì in cui al contatto del gas acido solforoso forma dell'acido solforico fumante, possiamo con qualche verosimiglianza predire che esso pure sia capace di ozonizzare l'ossigeno, con la differenza però che questo si trova ritenuto dal metallo assai più fortemente di quello che lo sia dai fluidi. L'ossigeno ozonizzato non è affatto per se, o lo è appena solubile nell'acqua, e da ciò si spiega forse l'esperimento sorprendente e facile da istituirsi, quello cioè della tramutazione del gas ammoniacale in ammoniaca acido nitrosa.

Se in fondo di una boccia di cristallo contenente aria si versi qualche goccia di ammoniaca caustica, vi si agiti, e dipoi vi

s' introduca un filo di platino debolmente (non visibilmente) incandescente, e che sia avvolto in forma di una spira, si veggono in pochi istanti svilupparsi delle nebbie bianche di ammoniaca acido nitrosa, le quali intorbidano la boccia e la rendono opaca. Or se dopo ciò si versi nella boccia un poco di acido solforico allungato e di colla di amido mescolata con della soluzione di ioduro di potassio, la colla si tingerà al momento in turchino, per l' azione che l' acido nitroso formatosi esercita sul joduro di potassio.

Una spiegazione di questo mirabile tramutamento delle proprietà dell' ossigeno non si può comprovare ancora nello stato attuale della scienza; ma fermo sempre rimane il fatto, che non solamente i corpi composti i quali contengono gli elementi medesimi e le stesse proporzioni in peso, possono, in quanto alle loro proprietà, comparire come due materie differenti, ma che ciò abbia luogo ancora per corpi del quali, come dell' ossigeno, non abbiamo fondamento alcuno a tenerli come composti.

L' ossigeno, il fosforo ed ancora molti altri corpi che valgono come semplici, hanno per noi un doppio aspetto; nei loro diversi stati essi sono chimicamente e fisicamente delle cose affatto distinte. Noi ammettiamo che l' effetto prodotto da un corpo sui nostri sensi, mercè cui esso si mostra per quello che è, e si distingue dagli altri corpi, sia dovuto a dalle forze, e si può ben dimandare se queste forze siano capaci di un cambiamento in quanto alle quantità, o se siano tramutabili in quanto alle qualità.

Mentre tutte le chimiche e quasi tutte le fisiche proprietà di un corpo, p. e. dell' ossigeno, del fosforo, come sappiamo, sono mutabili, una sola di esse, come ben osservò Faraday, non è soggetta a cambiamento alcuno, e questo è il peso che un corpo possiede. Quali che sieno i cambiamenti che un corpo possa ricevere, in tutte le forme ed in tutte le combinazioni, ogni molecola porta sempre seco il suo peso; la gravità è la sola forza naturale che si deve ritenere indivisibile dalla materia e non soggetta a variazione alcuna. Se essa fosse mutabile, il chimico ed il fisico si vedrebbero dinanzi la possibilità di veder dispersi nello spazio dell' universo gli atomi del globo. In che posizione singolare trovasi l' odierna scienza per questi fatti, paragonata a quella degli antichi filosofi e degli alchimisti? I primi insegnarono che le proprietà delle cose corporali sono mutabili, ed i secondi credettero che i metalli avessero una proprietà fondamentale comune a tutti, che

l'uno si potesse tramutare nell'altro e che l'uno potesse venir generato dall'altro; or noi proviamo che in date circostanze due cose sono una sola, e che l'una di esse si fa tramutare facilmente nell'altra.

Se noi consideriamo più da vicino la produzione dell'ossigeno ozonizzato per via chimica, egli è certo, che nell'aria umida le particelle di ossigeno che toccano il fosforo si combinano con questo nei punti di contatto formandone un ossido, ed è ancora altrettanto certo che le particelle di ossigeno le quali formano dell'acido fosforoso o fosforico non si ozonizzano, e che il tramutamento colpisce altre particelle di ossigeno le quali non toccano il fosforo.

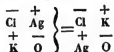
E sembra altresì indubitabile, che le particelle di ossigeno che col fosforo entrano in combinazione, in atto che ciò si effettua, siano poste in uno stato eccezionale (in un movimento molecolare) in cui esse, simili ad un corpo carico di elettricità, esercitano per induzione una influenza sulle materie che le circondano, influenza che nel caso di cui si tratta si estende sulle particelle di ossigeno più vicine, e per la quale queste vengono poste in istato di ozonizzazione. Nel rimutarsi delle proprietà di quelle particelle di ossigeno, che diventano un ossido di fosforo, rinviensi chiaramente la causa di ciò, che le altre particelle cioè di ossigeno che ad esse trovansi vicine soffrono una alterazione nelle loro proprietà. Il modo come si comportano l'olio di mandorle amare, l'olio di terebentina, l'acido solforoso e molti altri corpi assai disparati per la loro natura, ci prova che l'attività chimica in atto è quella appunto che effettua l'ozonizzazione; e però la differenza tra l'effetto prodotto dalla forza chimica e quello generato dalla forza elettrica è manifesta. Mentre lo stato elettrico provocato per induzione va a perdersi di unita alla causa che l'ha prodotto, perdura tuttavia il cambiamento arrecato per effetto dell'attività chimica alle proprietà delle particelle ozonizzantesi: dietro un nuovo movimento molecolare, che il calorico opera nell'ossigeno ozonizzato, questo ritorna allo stato ordinario, e sempre che di nuovo viene in contatto col fosforo esso ha la facoltà di tramutarsi un'altra volta in ossigeno ozonizzato.

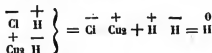
Le riflessioni di Brodie sullo stato in cui certi elementi si ritrovano nell'atto dell'attività chimica meritano di esser quì citate.

» Quando due particelle si uniscono chimicamente, esse stanno tra loro in un certo *rapporto chimico*, che si dinota aggettiva-

mente con *positivo* e *negativo*. — La diversità degli stati nei quali le particelle influiscono l'una sull'altra è detta da Brodie *differenza chimica*. — In atto che si effettua una chimica combinazione tra le particelle componenti due o più sostanze, esiste una chimica differenza, come pure tra le particelle di ogni singola sostanza, in maniera che le particelle di una medesima sostanza tra loro si comportano positivamente e negativamente.

Il rapporto chimico tra le particelle di questa sostanza, prese a due a due, dipende dal rapporto chimico esistente tra tutte le altre particelle con cui quelle trovansi ad un tempo combinate; le *sostanze* di cui le particelle si trovano in questo stato di rapporto particolare sono da Brodie chiamate *chimicamente polari*. Secondo ciò due sostanze si combinerebbero tra loro, cioè, manifesterebbero un'attrazione reciproca solamente quando avvien che si ritrovino nello stato di chimica polarizzazione. L'argento non si ossida nell'aria nè nell'ossigeno ordinario, perchè l'ossigeno e l'argento in contatto non diventano polarizzati. Nel cloruro di argento, l'argento è chimicamente positivo ed il cloro chimicamente negativo; nell'ossido di potassio, il potassio è chimicamente positivo e l'ossigeno chimicamente negativo; quando il cloruro di argento e la potassa s'incontrano si produce l'ossido di argento.

$$\left.\begin{array}{cc} \overset{-}{Cl} & \overset{+}{Ag} \\ \overset{+}{K} & \overset{-}{O} \end{array}\right\} = \begin{array}{cc} \overset{-}{Cl} & \overset{+}{K} \\ \overset{+}{Ag} & \overset{-}{O} \end{array}$$

Il rame, come pure il cloro, si combina coll'idrogeno; i due metalli sono opposti per natura chimica; l'idrogeno, è secondo Brodie, chimicamente positivo nel cloruro d'idrogeno e negativo nell'idruro di rame. Mettendo in contatto (secondo Wurtz) il cloruro d'idrogeno e l'idruro di rame, nascono cloruro di rame ed idrogeno libero, nel seguente modo:

$$\left.\begin{array}{cc} \overset{-}{Cl} & \overset{+}{H} \\ \overset{+}{Cu_2} & \overset{-}{H} \end{array}\right\} = \overset{-}{Cl}\ \overset{+}{Cu_2} + \overset{+}{H}\ \overset{-}{H} = \overset{0}{H}$$

Or giudicando i fenomeni della combustione secondo il modo di vedere di Brodie, sarebbero nel momento del contatto il fosforo e l'ossigeno, l'olio di mandorle amare e l'ossigeno ec. di op-

posta chimica polarizzazione, e l'ossigeno ozonizzato potrebbe essere un avanzo dell'ossigeno differenziato che si è combinato col fosforo. Il gas ossigeno ordinario sarebbe secondo ciò un medio consistente di particelle positive e particelle negative di ossigeno. Il fosforo bianco potrebbe essere fosforo chimicamente polare ed il fosforo rosso potrebbe essere fosforo nello stato indifferente (+ P e — P).

Non credo cosa opportuna di dare una maggiore estensione all'applicazione fatta della teorica di Brodie, perchè subito s'incontrano delle difficoltà nella spiegazione, le quali si possono solamente risolvere dietro altre ipotesi; ma le nostre ordinarie idee sulle forze chimiche sono così poco sviluppate e perfezionate che ogni novella ed ampliativa idea merita la nostra attenzione ancorchè avesse soltanto pochi fatti in suo favore.

Tra tutt' i fenomeni che l'ossigeno ozonizzato presenta nella sua formazione e nel suo comportamento, dovrebbesi tener di mira particolare l'effetto enimmatico della luce e del calorico; ed insino a che non sapremo definire più chiaramente quale sia la parte che abbia la luce nella generazione e quale quella del calorico nella tramutazione di esso, potremo difficilmente pensare ad una teorica di questi fenomeni.

LETTERA XVI.

Nè il calore, nè la forza elettrica, nè quella vitale hanno il potere di raccogliere in un gruppo le particelle di due materie eterogenee, ovvero di unirle in una combinazione, a ciò valendo solo la forza chimica.

Dappertutto nella natura organica, in tutte le combinazioni che hanno luogo nell'organismo vivente animale e vegetabile, noi c'imbattiamo nelle leggi stesse, ed osserviamo i medesimi permanenti ed invariabili rapporti di combinazioni che si ritrovano nella inorganica.

La sostanza cerebrale, quella de' muscoli, le parti costituenti il sangue, il latte, la bile, ec., sono atomi composti, la for-

mazione e la esistenza dei quali poggia sull'affinità in azione tra le loro minime particelle. La sola affinità, ad eccezione di ogni altra forza, opera la loro composizione. Allorchè venissero separati dal corpo vivente e privati dell'influenza della forza vitale (1), la continuazione dell'esser loro troverebbesi condizionata per le sole forze chimiche; da esse dipende, a tenore della loro direzione e vigoria, la maggiore o minore resistenza che da quelli opponesi alle cagioni esterne capaci di dar luogo a disordini, ovvero alle forze esterne tendenti a distruggere la chimica attrazione. Ma la luce, il calorico, la forza vitale o quella di gravità, esercitano un'influenza affatto decisiva sul numero degli atomi semplici costituenti un solo atomo composto, nonchè sul modo di collocamento degli stessi; tali forze modificano la forma e le proprietà, cioè la caratteristica delle combinazioni, appunto per ciò che ad esse compete la facoltà di comunicare movimento agli atomi in riposo, e di arrestarlo mediante la loro resistenza.

La luce, il calorico, la forza vitale ed elettrica, nonchè la magnetica e quella di attrazione, esternansi quali forze del movimento e della resistenza, e quindi son abili a far variare direzione ed intensità alla forza chimica; esse sono capaci di aumentare questa, diminuirla, ovvero di annientarla interamente.

Il solo movimento meccanico è sufficiente a dare alla forza di coesione de' corpi cristallizzabili una determinata direzione, e di far mutare quella dell'affinità nelle chimiche combinazioni. Noi possiamo raffreddare l'acqua in perfetto riposo assai al di sotto del suo punto di congelamento senza che con ciò si cristallizzi; basta per altro toccarla con la punta di un ago onde trasformare in un istante la massa intera in un pezzo di ghiaccio. Per avere dei cristalli fa d'uopo che le particelle minime si trovino in movimento; esse debbono cambiar di sito o di posizione affin di collocarsi nelle direzioni della loro massima attrazione. Moltissime soluzioni saline saturate a caldo non depongono cristalli raffred-

(1) La parola *forza vitale*, nello stato attuale della scienza, non indica punto una forza di per sè, come p. e. l'elettricità ed il magnetismo, le quali noi ce le possiamo rappresentare, ma essa è un nome collettivo che in se comprende tutte le cause da cui dipendono le proprietà vitali. In questo significato il nome di forza vitale è adequato e giusto, non meno di quello che lo è la parola *affinità*, con la quale noi designiamo le cause dei fenomeni chimici, ma di cui non sappiamo niente di più di quello che sappiamo della causa o delle cause che condizionano i fenomeni vitali.

dandosi in una tranquillità perfetta; il minimo polviscolo, un granellino di sabbia gettato nel fluido è valevole ad operarvi la cristallizzazione. Incitatovi una volta il movimento, esso propagasi di per se; l'atomo scosso dà l'impulso pel suo movimento ad un altro a lui prossimo, ed in tal guisa comunicasi questo a tutti gli altri.

Introducendo del mercurio metallico in una soluzione di fegato di solfo, la superficie ricopresi ben presto di solfuro di mercurio nero amorfo, la qual cosa riproducesi quante volte si leva via lo strato formato alla superficie; attaccando poi ermeticamente chiusa in una boccia siffatta mescolanza all'estremità di un porta-sega meccanico, che in un'ora faccia migliaia di volte il suo movimento alterno su e giù, la polvere nera diventerà il più bel cinabro rosso che differirà dal nero soltanto per la sua forma cristallina.

Il ferro grezzo ordinario deve la sua durezza, la sua fragilità e la sua costituzione cristallina ad una porzione di carbone; il ferro puro privo di carbone è cristallino in casi rarissimi. Il ferro nelle pietre meteoriche differisce dal ferro specolare lucido in ciò appunto, che quello avendo la tessitura cristallina la più caratteristica possiede la massima duttilità, in grado quasi eguale al più puro ferro dolce; ma una spranga di ferro dolce è tenace nella frattura, filamentosa, e non presenta veruna faccia di transito in piani cristallini. Le sue minime particelle sono senza alcun ordine confusamente tra loro disposte. Nello stato di politura bagnato da un acido, la sua superficie non mostra quei disegni bizzarri che sono proprietà caratteristica del ferro cristallino. Ma se la spranga stessa siasi per lungo tempo sottoposta a deboli benchè continuati colpi di martello, vedransi le minime particelle, gli atomi del ferro, cangiare di posizione in guisa, che mercè la influenza del movimento meccanico vengono essi a collocarsi nella direzione della loro massima attrazione; la spranga diventa cristallina e granellosa, come il ferro fuso; la frattura non è più filamentosa, ma liscia e lucente. Tale fenomeno si presenta più o meno rapidamente negli assi di ferro delle locomotive ed in quelli delle carrozze da viaggio; esso è la cagione d'impreveduto disgrazie.

Non solamente sulla forma esterna e la fattezza, ma anche sulla disposizione delle particelle omogenee le forze meccaniche esercitano una influenza condizionata, come pure sul modo secon-

do il quale gli atomi eterogenei si dispongono, e sulla durata delle chimiche composizioni. La più lieve fregagione, o una scossa, producono l'esplosione nel fulminato di mercurio ed in quello di argento; basta che con la barba di una penna tocchiamo l'ossido di argento ammoniacale ed il ioduro di azoto, per iscomporli. Il semplice movimento impresso agli atomi cambia in questi casi la direzione della chimica attrazione; essi in seguito dell'avvenuto movimento dispongonsi in gruppi novelli; i loro elementi si congiungono per formare nuovi prodotti.

Assai più frequente e notevole è la influenza che spiega il calore sulle manifestazioni dell'affinità. In quanto sormonta gli impedimenti che opponongsi all'azione dell'affinità, esso facilita ed accelera la formazione delle combinazioni chimiche; ma se al contrario esso stesso subentra qual ostacolo all'affinità, fa in tal caso variare la direzione dell'attrazione, la giacitura degli atomi, ed impedisce, ovvero distrugge affatto le manifestazioni di quella. L'attrazione che regna tra gli atomi eterogenei a gradi bassi di temperatura è diversa da quella pei gradi elevati; nei massimi gradi della più elevata temperatura che potremmo immaginare, la combinazione chimica non ha più luogo.

In una soluzione di sale comune nell'acqua formansi nell'inverno, ad una temperatura assai bassa, dei prismi belli trasparenti e limpidi al par dell'acqua, i quali contengono oltre il 38 per cento di questa chimicamente combinata. il sale comune cristallizzato alla temperatura ordinaria dell'aria è sempre privo di acqua. Al più lieve contatto della mano i cristalli contenenti acqua rendonsi lattei od opachi; presi sulla mano essi convertonsi in una specie di fanghiglia di piccoli cubi di sale comune. Alla temperatura di —10°, gli atomi del sal marino entrano in chimica combinazione con gli atomi dell'acqua: a 0° nè gli uni nè gli altri conservano più questa energia di reciproca attrazione. La lieve differenza di 10 gradi nella temperatura, come resistenza all'affinità, è stata abbastanza grande per paralizzare quest'ultima.

Se il carbonato di calce cristallizzasi nell'acqua fredda, le particelle di esso depongonsi nella forma dello spato islandico doppio; se poi cristallizzasi nell'acqua calda le otteniamo nella forma dell'aragonite. Ora entrambi questi minerali, cotanto opposti per forma cristallina, per durezza, per peso specifico, pel potere di rinfrangere la luce, pur contengono assolutamente le stesse quantità di acido carbonico e di calce. Da questo esempio noi scorgia-

mo che le particelle di carbonato di calce assumendo forma solida cangiansi sotto la influenza di un elevato grado di calore in un corpo del tutto fisicamente diverso; ma è più degna di nota la circostanza, che se si arroventa leggermente un cristallo di aragonite, cioè, se lo esponiamo ad una temperatura più alta di quella in cui venne formato, ha luogo un movimento per la sua intera massa; senza che si alteri menomamente il suo peso esso si gonfia a guisa di un cavolfiore e si tramuta in un mucchio di cristalli sottili dei quali ognuno ha la forma romboedra del comune spato calcare.

Un uovo di gallina mercè la influenza di un calore di 75°C. soggiace ad un totale cambiamento in tutte le sue proprietà; il suo albume liquido ed appena tinto di giallo rendesi bianco simile a quello della porcellana; le sue minime parti perdono tutta la loro mobilità; senza che alcuna cosa di materiale da fuori siavi tolta od oggiunta vediamo noi la più meravigliosa metamorfosi: prima del riscaldamento le particelle del bianco d'uovo erano solubili e si potevano mischiare in tutte le proporzioni coll'acqua, in seguito del movimento cagionato in esse dal calore vennero private di siffatta qualità; i loro atomi si aggregarono in un gruppo novello. Da questa nuova maniera di aggregamento derivano le proprietà mutate. Le forze chimiche attive nelle particelle dell'albume sono la cagione ultima del modo novello di collocazione; in questa forma nuovamente acquistata, esse oppongono alla cagione interna disturbatrice, cioè a dire al calore, una resistenza che in origine mancava loro.

Nella stessa guisa comportansi tutti i corpi organici: tutti senza eccezione si cambiano o si distruggono per effetto di un più o meno alto grado di calore; la resistenza che i loro atomi oppongono alla cagion distruttrice, ovvero quella forza che *agisce* in essi, manifestasi ognora nella foggia in cui si dispongono di bel nuovo. Da un composto nasce uno, due o tre novelli gruppi di atomi, e ciò in ordine tale che lo stato di equilibrio non venga alterato. Nei prodotti di nuova formazione la resistenza della forza chimica è più forte di quel ch'era nel corpo primitivo; la somma della forza di affinità non diventa maggiore ma però essa si rende più forte ed intensa prendendo una data direzione.

Si potrà concepire una idea di ciò che intendesi quì per direzione, tenendo presente quanto avviene in una particella di acqua nel mezzo di un bicchiere ripieno di siffatto fluido,

La particella acquea nel mezzo viene attirata da tutte le particelle che le stanno immediatamente dattorno e spiega in grado eguale un' attrazione per esse, la quale non è maggiore in un lato più che in un altro. La grande mobilità e scorrevolezza della particella acquea deriva appunto dacchè tutte le forze attraenti che hanno influenza sulla stessa si trovano nello stato di equilibrio: la minima forza basta a rimuoverla dal suo sito; la minima differenza di temperatura, aumentando o diminuendo la sua densità, è capace di farla cambiar di sito.

Se venisse quella attirata più da un lato che dall' altro essa si moverebbe in quella direzione, e si richiederebbe un certo grado di forza a portarla via dal punto di attrazione. In questa condizione precisamente stanno le particelle acquee superficiali; esse sono meno mobili che le inferiori, come per una esterna pressione esse sono più vicine l' una all' altra, più dense, più contratte. Un sottile ago di acciaio puossi con una certa precauzione mantenere galleggiante alla superficie, mentre quello stesso, immerso, precipita velocemente al fondo. Siffatta maggiore coerenza nasce da che le particelle acquee della superficie non sono attirate e non esercitano esse medesime attrazione che *in un sol verso*, poichè alla forza attrattiva inferiore non si oppone qual resistenza veruna attrazione delle soprapposte particelle acquee. Perchè possa cader giù, le particelle acquee alla superficie dovrebbero necessariamente cedere spazio all' ago scostandosi o allontanandosi dal loro sito, ma ciò non avviene, ad onta che l' ago spieghi una pressione sette ad otto volte maggiore di una massa eguale di acqua.

In una guisa del tutto simile a questa si comporta nelle combinazioni chimiche la forza attraente che mantiene unite le particelle integranti. Col numero degli elementi, col numero degli atomi che vengonsi a raccorre in un gruppo, moltiplicansi le direzioni della forza attraente; questa potenza decresce nella stessa ragione in cui cresce il numero delle direzioni. Due atomi congregati in una combinazione possono solo in un verso attrarsi l' un l' altro; tutta la quantità della loro forza attraente manifestasi in questa sola direzione; aggiungendovi un secondo atomo, ovvero un terzo, dovrà adoprarsi parte di siffatta forza onde attirare ancora questi altri. La naturale conseguenza di ciò è, che l' attrazione reciproca di tutti gli atomi congregati diventa più debole, opponendo essi minor resistenza alle cagioni esterne che tendono a rimuoverli dal loro posto.

La grande differenza tra i corpi organici e le sostanze minerali consiste appunto in ciò, che quelli sono combinazioni di ordine superiore; e non ostante che essi si formino soltanto di tre, quattro o al più di cinque elementi, i loro atomi sono pur tuttavia più complessi. Una particella di sal marino, una particella minima di cinabro offrono un gruppo di non più che due atomi per ciascuna, ma un atomo di zucchero per contrario ne abbraccia trentasei, ed una particella di olio di olive racchiude molte centinaia di atomi semplici. Nell'atomo di sale comune l'affinità manifestasi soltanto in una sola mentre che per quello di zucchero lo fa in 36 varie direzioni. Senza che vi aggiungiamo o togliamo cosa alcuna, possiamo immaginare i 36 atomi semplici nello zucchero ordinati in molti modi diversi; cambiando un solo di essi il suo posto, l'atomo composto finisce di essere un atomo di zucchero, poichè le proprietà a quello spettanti si modificano secondo che gli atomi trovansi aggregati.

Cagioni, quali il moto, il perturbamento dell'affinità, debbono per necessità esser nel caso di provocare sugli atomi organici, del pari che su tutti gli atomi di ordine più elevato, de'cambiamenti che non si effettuerebbero affatto su i composti degli atomi più semplici, come p. e. sulle sostanze minerali.

Dalla maggiore complicazione e dalla minore forza con cui gli elementi de'corpi organici vicendevolmente si attraggono l'un l'altro, deriva che questi si scompongano più facilmente, come p. e. mercè il calore; gli atomi di essi una volta posti in movimento, ovvero l'un dall'altro rimossi per effetto del calore, collocansi in atomi più semplicemente complessi, ne'quali la forza attraente manifesta gli effetti suoi in minor numero di direzioni, ed oppone perciò nei medesimi tanto più di resistenza alle successive perturbazioni.

I minerali, le combinazioni inorganiche, furono generati dalla libera azione dell'affinità chimica a cui non si opponeva ostacolo veruno, ma la maniera in cui essi formaronsi ed ordinaronsi dipendeva da cagioni esterne ed estranee che vi prendevano attiva cooperazione; queste ultime condizionavano le forme e le proprietà di quelli; se durante la combinazione la temperatura fosse stata più o meno alta, essi sarebbonsi conformati in gruppi ben differenti.

In guisa somigliante a questa del calore nelle combinazioni inorganiche, il calore, la luce ed in ispecialità la forza vitale,

sono le cagioni determinanti la forma e le proprietà delle combinazioni prodotte negli organismi; siffatta forza vitale costituisce il numero degli atomi riuniti insieme, nonchè la maniera dei loro collocamento. Noi siamo in istato di comporre un cristallo di allume con gli elementi suoi, solfo, ossigeno, potassio ed alluminio, poichè insino ad un certo confine disponiamo liberamente della loro affinità chimica nonchè del calore, e con questo del modo dei loro collocamento; ma però non possiamo comporre una particella di amido con gli elementi suoi, poichè alla riunione di essi nella forma propria all'atomo di amido coopera benanche la forza vitale, la quale non si assoggetta alla volontà nostra al pari che il calore, la luce, la gravità, ec. Una volta che gli elementi dell'organismo siensi accolti in atomi organici, appartengono anche essi in tal caso alla classe delle combinazioni chimiche; ci troviamo allora in grado di dare alla forza attiva che li tiene insieme, moltiplici e diverse direzioni, di modificarla, di aumentarla, oppure di distruggerla affatto; da due, da tre, da quattro atomi organici composti, tra loro combinandoli, possiamo produrre degli atomi di ordini più elevati, quelli più complicati possiamo ridurli in più semplici; dal legno e dall'amido ricaviamo lo zucchero, dallo zucchero poi l'acido ossalico, l'acido lattico, l'acido acetico, l'aldeide, l'alcool, l'acido formico, abbenchè non ci sia dato riprodurre siffatte composizioni da' loro elementi.

La forza vitale non ha la menoma influenza sulla composizione degli elementi in una combinazione chimica; niun elemento di per sè solo è idoneo a servire di nutrimento o allo sviluppo di una pianta o dell'organismo animale; tutte le sostanze che prendono parte nel processo vitale son gruppi inferiori di atomi semplici, i quali mercè l'influenza della forza vitale conformansi in atomi di ordini più elevati. La forma e le proprietà dei gruppi più semplici di atomi sono condizionate dalla forza chimica sotto il dominio del calore: la forma poi e le proprietà degli atomi di ordine superiore, ovvero di quelli organizzati, sono dipendenti dalla forza vitale.

LETTERA XVII.

Tutto il carbonio che in qualsiasi organismo si rinviene, sia che in forma di minime particelle concorresse a costituire le parti di una pianta, sia che da questa trovisi esser passata negli alimenti a formare parte del corpo animale, sempre trae la sua origine dall'*acido carbonico:* l'idrogeno di tutte le sostanze non azotate proviene dell'*acqua;* l'azoto di tutte le sostanze azotate deriva dall'*ammoniaca.* La molecola dell'acido carbonico è composta di un gruppo di tre atomi, uno di carbonio e due di ossigeno. Non vi è parte vegetale od animale che per ogni atomo di carbonio contenga più di due atomi di un altro elemento; e però il maggior numero delle sostanze organiche ne contiene meno di due per ogni singolo atomo di carbonio.

Tutte le parti del regno organico si compongono di molecole o di gruppi molecolari di acido carbonico più o meno modificato; queste parti sono ingenerate, mercè la cooperazione della luce, nella pianta viva dall'acido carbonico assorbito dalle radici e dalle foglie, e per effetto di una decomposizione nella quale all'ossigeno che si separa e si sviluppa vien sostituita una certa quantità d'idrogeno, o di azoto ed idrogeno. Lo zucchero di uva, per esempio, considerato nella sua forma più semplice, è una molecola di acido carbonico, nella quale un atomo d'idrogeno occupa il luogo di un atomo di ossigeno. Lo zucchero di canna, la gomma, l'amido, la cellulosa (principio chimico del tessuto legnoso) sono una riunione di molte molecole di zucchero di uva, da cui si trovano separati uno o più atomi di acqua.

La chinina, la caffeina e le basi organiche contengono carbonio e gli elementi dell'acqua, ed una certa quantità di azoto. Le sostanze organiche più complesse, come sono l'albumina sciolta nei succhi vegetali, ed il caseo deposto ne'semi delle piante, contengono i quattro elementi delle basi organiche e un quinto nello zolfo.

Gli acidi organici così diffusi nelle piante, l'acido ossalico

(dell' acetosa), l' acido malico (di quasi tutt' i frutti), o l' acido citrico, stanno fra di loro e coll' acido carbonico in quegli stessi rapporti semplici che lo zucchero di uva. E però due molecole di acido ossalico, fissando due atomi d' idrogeno ed eliminando due atomi di ossigeno producono l' acido malico. Noi abbiamo tutta la ragione di credere che da questi acidi nascano lo zucchero, la gomma e la fibra legnosa, e che essi sieno i singoli membri di una serie di mezzi pei quali si effettua la trasformazione dell' acido carbonico in zucchero ed in molecole organiche più complesse. Lo zucchero di uva contiene l' idrogeno e l' ossigeno in quelle proporzioni appunto in cui questi trovansi combinati nell' acqua; e gli acidi detti di sopra, oltre agli elementi dell' acqua, contengono ancora una certa quantità di ossigeno in eccesso. Mercè una nuova fissazione d' idrogeno, con o senza eliminazione d' ossigeno, tutti questi acidi possono convertirsi in zucchero. Quanto più i prodotti formati dall' acido carbonico variano per la loro composizione da quella della molecola dell' acido carbonico, tanto più essi acquistano proprietà nuove. Gli acidi organici posseggono ancora il carattere chimico dell' acido carbonico; ma nell' amido e nella fibra legnosa si trova che questo carattere è del tutto svanito. Le particelle minime dell' acido ossalico, dell' acido enantico, dell' acido malico, dell' acido citrico e quello dello zucchero, in atto che cristallizzano, si dispongono in direzioni determinate da una forza inorganica; ma nella formazione dell' amido e della sostanza cellulosa, una causa estrinseca prende anche parte nell' azione, si oppone alla forza di coesione e modifica la direzione del suo potere di attrazione; le molecole organiche complesse non sono più terminate da linee rette e da superficie piane, ma bensì da linee curve. Le ricerche fatte in questi ultimi anni dalla chimica organica hanno sparso moltissima luce sul nascimento e sulla formazione delle combinazioni organiche più complesse; si fece scoverta di tutta una serie di corpi, i quali sendo generati da due combinazioni organiche semplici conservano sempre lo stesso carattere chimico dell' una delle parti costituenti, in maniera affatto contraria alle leggi della chimica inorganica, secondo le quali eravamo avvezzi a giudicare che le proprietà delle parti componenti vanno a perdersi nelle proprietà del corpo da esse composto.

L' acido formico e l' olio di mandorle amare sono sostanze conosciute da tutti; esse si combinano tra loro e formano l' acido

formo-benzoilico (*mandelsäure*), le cui proprietà acide somigliano affatto a quelle dell' acido formico, nè hanno verun rapporto con quelle dell'olio di mandorle amare. In questa combinazione l'acido formico ha conservato il suo carattere chimico, mentrechè l'olio di mandorle amare ha perduto il suo. I composti di questo genere e di tutta la classe che li somiglia, quantunque prodotti dalla combinazione di due corpi di già composti, funzionano tuttavia come combinazioni organiche più semplici, come combinazioni cioè che noi non possiamo decomporre in composti più semplici e dipoi ricomporli. Per distinguerli dagli altri, questi corpi furono chiamati *combinazioni copulate*, e si è dato il nome di *copula* a quella fra le' parti costituenti le cui proprietà spariscono per effetto della combinazione. In questo significato l'olio di mandorle amare è la copula dell'acido formo-benzoilico. Noi ci figuriamo tutte, o almeno in maggior parte, le combinazioni organiche complesse come formate da cosiffatte copule; ed a ragione, l'albumina, il caseo, e le basi organiche si collocano in questa classe, quantunque non se ne conosca sempre, o non si sappia in qualche modo con certezza precisare le loro copule rispettive.

Mercè l'accoppiamento di combinazioni azotate, come sono l'acido prussico e l'ammoniaca, con corpi che contengono o pur no dell'azoto, noi possiamo produrre combinazioni le quali posseggono tutte le proprietà degli acidi azotati e delle sostanze coloranti azotate che rinvengonsi nella natura. L'asparagina che trovasi negli asparagi, nei rampolli delle leguminose e di molte altre piante, rappresenta il malato di ammoniaca, da cui si sono segregati gli elementi dell'acqua; ed in fatti coll'acido malico e coll'ammoniaca noi possiamo produrre arteficialmente l'acido aspartico, che deriva dall'asparigina. Fissando l'ammoniaca negli elementi dell'orcina scolorata e cristallizzata in presenza dell'ossigeno, si ottiene una magnifica materia colorante rossa, l'orcina. Le mirabili esperienze di Wurtz e di Hofmann ci hanno provato che uno per uno gli atomi d'idrogeno contenuti nell'ammoniaca sono segregabili, e che in luogo di ognuno di essi si possono sostituire degli atomi organici complessi, e che in questa maniera si producono combinazioni in cui l'ammoniaca conserva perfettamente il suo carattere chimico. L'ammoniaca neutralizza gli acidi e ne forma sali: i corpi che nascono per la sostituzione di atomi di un altro corpo in luogo di quelli del suo idrogeno,

sono basi organiche che per carattere chimico non differiscono in guisa alcuna da quello della chinina e della morfina.

Ogni giorno abbiamo occasione di osservare che gli esseri organizzati soffrono per effetto della morte una trasformazione mercè la quale a poco a poco la materia di cui i loro corpi erano composti sparisce affatto dal suolo. Dell'albero più robusto, una volta abbattuto ed esposto all'azione dell'atmosfera, altro non rimane dopo 36 a 40 anni che la sola corteccia. Le foglie, i rami novelli, la paglia portata sui campi per concimare, i frutti molto succosi, si dissolvono assai più rapidamente; ma in termini più brevi ancora le parti animali perdono la loro coerenza; esse volatilizzano nell'aria, e finiscono con lasciare quei soli elementi inorganici che dalla terra avevan ricevuti.

Questo grande processo di dissoluzione che la natura ci presenta succede in tutte le combinazioni che si producono nell'organismo, non appena la morte fa cessare l'azione delle cause diverse sotto l'impero delle quali si erano formate. I prodotti dell'economia vegetale ed animale provano nell'atmosfera e sotto la influenza dell'acqua, una serie di metamorfosi, di cui l'ultima è quella della trasformazione del loro carbonio in acido carbonico, del loro idrogeno in acqua, del loro azoto in ammoniaca, del loro solfo in acido solforico. Per effetto di quei processi chimici che hanno luogo immediatamente dopo la morte, gli elementi dei corpi organici riprendono ognuno la sua forma primitiva, sotto la quale possono servire di alimento ad un'altra generazione; quelli, cioè, venuti dall'aria ritornano nell'atmosfera; gli altri che furono somministrati dalla terra ritornano alla terra. La morte, il discioglimento di una generazione che ha tramontato, è la sorgente della vita di una generazione novella. Lo stesso atomo di carbonio che, come elemento della fibra del cuore di un uomo, muove il sangue nelle sue vene, forse questo stesso atomo fece parte del cuore di un suo antenato; l'atomo di azoto del nostro cervello forse appartenne al cervello di un Egiziano o di un Moro! Non altrimenti che lo spirito della generazione attuale ricava gli alimenti necessari al suo sviluppo e perfezionamento dai prodotti dell'intelletto degli uomini che vissero nei tempi andati, anche gli elementi dei corpi di una generazione che non è più possono tramutarsi e divenire le parti costitutive del nostro corpo vivente.

La causa prossima delle trasformazioni che sono la immedia-

la conseguenza della morte degli esseri organici è l'azione esercitata dall'ossigeno atmosferico sopra molte delle loro parti costituenti. Tale azione non si effettua fuorchè in certe condizioni di temperatura e mercè la presenza dell' acqua. Il freddo intenso ed il calore dell'acqua bollente sospendono la continuazione di così fatti processi.

La influenza dell'ossigeno sui frutti e in generale sulle parti vegetali molli si osserva benissimo, quando per una lesione della loro superficie il succo si ritrova in contatto coll'aria. Laonde se con una percossa si schiaccia una mela, il processo di decomposizione comincia dalla parte lesa; là si produce una macchia bruna, il di cui cerchio concentrico si estende regolarmente finchè essa tutta marcisce e si converte in una massa bruna molle e untuosa. Il succo dell'uva, sino a che vien preservato dal contatto dell'aria per mezzo della corteccia che riveste i singoli acini, non prova che un'alterazione appena sensibile; il frutto a poco a poco si dissecca e diventa uva passa; ma una leggerissima lesione dell' involucro è bastevole ad alterarne in brevissimo tempo le proprietà del succo. Tagliando una mela, una patata o una barbabietola, vedesi il bianco taglio imbrunirsi in pochi minuti.

I fluidi animali si comportano interamente come i succhi vegetali; il latte nella zinna della vacca, l'urina nella vescica, non provano nello stato normale alcuna alterazione delle loro proprietà; ma posti in contatto coll'aria, il latte si coagula e s'inacidisce, e senza alcuno sviluppo di gas il caseo si segrega in forma di una massa gelatinosa; l' urina, da acida che era, diventa alcalina, e se dopo qualche tempo le si aggiunge un acido, essa con effervescenza sviluppa del gas acido carbonico.

In modo simile si opera dopo la morte nel corpo degli uomini ed in quello degli animali una decomposizione che comincia nell'interno del corpo dapprima ed in preferenza in quelle parti che già si erano trovate in contatto immediato coll'aria, come, p. e. il polmone; nelle ferite essa comincia dalla parte lesa; nelle malattie dal punto affetto, di maniera chè in molti casi la morte non è se non la conseguenza di un processo di decomposizione che si effettua nelle parti interne. Esso comincia colla malattia di cui costituisce la causa prossima e perdura anche dopo la morte.

Ciò che certamente vi ha di più notevole in questi fenomeni si è, che in molti casi la decomposizione una volta cominciata nelle sostanze organiche continua ancora quando queste venissero in-

teramente sottratte all' azione dell' ossigeno, dopo che sono state comechè brevemente al contatto dell' aria. Il mosto di uva ermeticamente chiuso nei recipienti continua a fermentare; il vino di Sciampagna in fermentazione fa sovente scoppiare nelle fabbriche le bottiglie più forti, il latte si rapprende ed inacidisce anche dentro vasi saldati a calore.

Egli è evidente che, mercè il contatto di queste sostanze organiche coll' ossigeno dell' aria, comincia una reazione chimica, durante la quale le parti costituenti di esse soffrono una totale modificazione nelle loro proprietà. Questo cangiamento delle proprietà è una conseguenza di un cangiamento che si è operato nella composizione di quelle. Prima del contatto coll' ossigeno le parti costituenti di queste sostanze trovavansi disposte le une accanto alle altre, senza che fra loro avessero esercitata una qualsiasi reazione; l' accesso dell' ossigeno ad una sola molecola bastava a disturbare per sempre lo stato d' inerzia, ossia l' equilibrio dell' attrazione che manteneva riuniti i loro elementi; l' effetto di siffatto disturbamento vi si è manifestato per una disgregazione di questi che si sono disposti in un ordine novello.

Il continuare di questi processi anche senza la cooperazione dell' ossigeno, che fu la prima condizione a farli nascere, ci mostra ad evidenza che lo stato di tramutamento, sofferto dagli atomi di questa sola molecola, esercita una influenza su tutte le altre che non si erano trovate in contatto coll' ossigeno dell' aria; e però non solo quella ma le altre tutte soffrono a mano a mano la decomposizione medesima.

Ogni processo di decomposizione che in una parte di un corpo organico comincia per effetto di una cagione esterna, e che con, o senza il concorso ulteriore di questa medesima causa, si estende sulla massa intera di esso, vien denominato *processo di putrefazione*. Una sostanza putrescibile si distingue dunque da una altra non putrescibile, in quanto che quella, senza altre condizioni, pel solo mezzo di una convenevole temperatura e per la presenza dell' acqua, si decompone in una serie di nuovi composti, mentre che questa nelle circostanze medesime non soffre alterazione alcuna.

Nel significato di questa definizione il numero delle sostanze putrescibili esistenti in natura è assai piccolo; ma esse si ritrovano da per ogni dove ed entrano nella composizione di tutti gli esseri organici. Sopra tutto ne fanno parte le molte complesse sostan-

ze organiche, tanto vegetali che animali, contenenti solfo ed azoto.

L'urea, lo zucchero di canna e quello di latte, l'asparagina, l'amiddalina, i vari acidi organici, posti in condizioni eguali, non provano alcuna alterazione sensibile, tutte le volte che son puri; una soluzione di zucchero di canna o di latte esposta ad un modico calore ed all'aria si dissecca; le sostanze disciolte si depongono in forma di cristalli, senza che perciò abbiano perduta alcuna delle loro proprietà.

L'analisi dei succhi vegetali e quella degli umori animali, come p. e. del succo d'uva, del latte, della bile, e dell'urina ec. ci prova che in essi sono contenute due specie di sostanze di natura e composizione differenti, una sostanza cioè capace di putrefarsi ed una o più altre che sono del tutto incapaci ad operare di per sè una simile decomposizione dei propri elementi. Qualora siffatti fluidi organici abbandonati a se stessi vanno incontro alla decomposizione, si osserva il notevole fenomeno che tanto la sostanza putrescibile che l'altra non putrescibile scompaiono contemporaneamente trasformandosi e l'una e l'altra in nuovi prodotti; senza quella, questa sarebbe rimasta inalterata.

Quando si lascia putrefare una sostanza da sè putrescibile, come p. e. il caseo o la fibrina, il sangue o il muco animale, e in questo stato vi si aggiunga dell'acqua zuccherata, dello zucchero di latte, o dell'urea ec., queste ultime sostanze passano allo stato di fermentazione, cioè, si decompongono.

Questi fenomeni dimostrano che le sostanze putrescibili possono effettuare le metamorfosi di un gran numero di corpi per sè non putrescibili azotati o non azotati quando però questi vengano posti in contatto con esse durante il tempo che si putrefanno. Facilmente si comprenderà adesso la differenza che esiste tra la fermentazione e la putrefazione.

Tutte le *materie* imputrescibili chiamansi *fermentabili*, quando posseggono le proprietà di scomporsi pel contatto di sostanze in putrefazione; il processo della loro decomposizione chiamasi allora *fermentazione;* il corpo putrescente che lo determina è detto in tal caso *fermento.*

Tutt'i corpi capaci di putrefarsi diventano fermenti in atto che si putrefanno, cioè, essi acquistano in questo stato la virtualità d'indurre la fermentazione in qualcuno dei corpi fermentabili; e questa virtù, ogni fermento la conserva, fino a che la sua putrefazione non si sia affatto compiuta.

I tramutamenti a cui soggiacciono le sostanze in fermentazione consistono in ciò, che una molecola molto complessa si disgrega dividendosi in due o più atomi meno complessi. I trentasei atomi semplici della molecola zuccherina si dividono in quattro atomi di acido carbonico, che contengono dodici atomi semplici, ed in due atomi di alcool, che contengono ventiquattro atomi semplici. Il zucchero contenuto nel latte dolce si divide, quando questo s'inacidisce, in due molecole di acido lattico, che insieme contengono lo stesso numero di elementi che la molecola dello zucchero di latte.

E però le molecole dello zucchero di latte per convertirsi in molecole di acido lattico non ricevono in sè alcun elemento estraneo, nè eliminano alcuno dei loro proprî elementi; onde chiaro si scorge che il cambiamento che le molecole dello zucchero di latte hanno sofferto nelle loro proprietà, proviene da un cambiamento nel modo come gli atomi sono disposti e collocati nella stessa molecola; nella molecola dell'acido lattico essi vi sono pure contenuti, ma disposti in un'altra maniera. La medesima causa che ebbe per effetto il cambiamento, produsse anche il movimento nelle molecole dello zucchero di latte; imperciocchè per coordinarsi in altre direzioni esse si dovevano necessariamente muovere.

Le sostanze in putrefazione producono adunque un effetto sulle molecole organiche complesse che per sè non sono capaci di putrefarsi; e quello dipende indubitatamente da un certo stato in cui gli elementi delle stesse si ritrovano. Or noi sappiamo con certezza che questo stato consiste in una traslocazione, o in una separazione delle particelle elementari del corpo putrescente; nè è altresì meno certo che trovandosi queste particelle in contatto con materie atte a patire la fermentazione, gli elementi di queste materie si dispongono in nuove direzioni, e da ciò se ne conchiude che le molecole delle sostanze fermentabili in contatto con corpi putrescenti si comportino come se le particelle elementari di esse facessero parte degli elementi dei corpi putrescenti e fossero una sola cosa. Gli atomi del corpo fermentabile partecipano al movimento stabilitosi negli atomi del fermento; il mutare di situazione che si opera negli atomi di questo fa sì che gli atomi di carbonio, d'idrogeno e d'ossigeno del corpo non putrescibile cambiano anch'essi di luogo e di situazione.

Non sarà difficil cosa il rendersi ragione del perchè queste reazioni abbiano un principio, una certa durata, ed una fine; ed

è perciò che esse si distinguono dagli ordinarî processi chimici. Quando si aggiunge dell'acido solforico a un sale di barite, immediatamente in tutti i punti ove la barite incontra l'acido solforico succede una decomposizione, che principia e finisce in un tempo impercettibile; gli elementi del solfato di barite così prodotti perdono ogni facoltà di agire ulteriormente.

Non è così di un corpo in putrefazione; questo riceve una serie di metamorfosi, ed offre una certa attività ad ogni momento della sua decomposizione. Quando nelle particelle zuccherine contenute nel succo delle uva o nella decozione del malto tallito si è effettuata la trasformazione degli elementi molecolari, questi non soffrono ulteriori alterazioni, mentre la metamorfosi continua nelle altri parti costituenti del succo che contengono solfo ed azoto, e che si vanno depositando sotto forma di lievito. Quando dal liquido fermentato si caccia fuori il lievito, e si mette in contatto con altr' acqua zuccherata, una quantità di particelle zuccherine di questa patirà una metamorfosi uguale a quella delle molecole zuccherine del succo di uva o della decozione del malto; e siffatta proprietà il lievito la conserva finchè la separazione degli elementi suoi si sia compiuto e ripristinato lo stato d'inerzia in essi. Onde se il liquido conterrà ancora delle parti zuccherine, queste rimarranno indecomposte. La durata della decomposizione che soffre un corpo fermentabile dipende dalla quantità di fermento che con esso si trova in contatto; una quantità di fermento doppia o tripla abbrevia questo tempo, cioè decompone una maggiore quantità dell'anzidetto corpo in un tempo eguale.

Se in un vaso ripieno di acqua zuccherata si mette un tramezzo di carta emporetica, la quale è facilmente permeabile alle particelle zuccherine ma non concede il passaggio ai globetti del lievito, e di poi si aggiunge all'acqua zuccherata, nell'una delle metà del recipiente così diviso, un poco di lievito, la fermentazione avrà luogo in quella solamente ove le particelle del lievito e quelle dello zucchero si toccano, e vi si vedrà effettuarsi la separazione di queste ultime in alcool ed in acido carbonico.

L'azione che i fermenti esercitano sui corpi fermentabili è simile a quella che il calorico esercita sulle materie organiche; la decomposizione di queste a temperatura elevata è sempre la conseguenza di un cambiamento avvenuto nella disposizione delle loro particelle elementari. Il calore dilata e determina così un aumento di volume; esso comincia dallo alterare l'aggregazione

degli atomi nei gruppi molecolari. Quando si riscalda un cristallo di zucchero, le molecole cristalline si allontanano prima le une dalle altre, e dipoi, a temperatura più elevata, anche gli atomi delle stesse si discostano. Per effetto del calore si perturba l'equilibrio di attrazione che esiste fra le molecole; lo stato gassoso e lo stato liquido sono nuove condizioni di equilibrio fra il calorico e la forza di coesione. Un calore elevato decompone le sostanze organiche; i prodotti della decomposizione sono stabili alla temperatura della loro formazione, ma sono variabili ad una temperatura più elevata di questa. Ad ogni grado di temperatura corrisponde uno stato particolare di equilibrio fra il calorico e la forza chimica che mantiene gli atomi organici riuniti nelle molecole.

Noi non potremmo mai, stritolando, liquefare un pezzo di zucchero per quanto sottilmente lo potessimo polverizzare, e molto meno ci è possibile in virtù di un'altra forza meccanica scomporne una molecola per distaccare da essa un atomo di carbonio o d'idrogeno. Agitando dell'acqua zuccherata noi possiamo muovere le molecole dello zucchero e quelle dell'acqua incrocicchiando le loro direzioni, ma gli elementi o atomi di queste molecole non cambieranno perciò il luogo che occupano nelle molecole stesse.

Nella putrefazione e nella fermentazione non sono i gruppi molecolari ma gli atomi di che essi si compongono quelli che diversamente vanno a collocarsi, ed è questo movimento intrinseco nelle molecole dei corpi in putrefazione che provoca la nuova disposizione degli atomi nelle molecole dei corpi fermentabili, quando la forza che le tiene riunite è più debole dell'azione che tende a disgregarle, mutandole.

La influenza della temperatura sul prodotti della fermentazione merita tutta la nostra attenzione. Fermentando alla temperatura ordinaria, i succhi molto zuccherini, del navone, della barbabietola, delle cipolle, offrono gli stessi prodotti come il succo delle uve; ad una temperatura più elevata il processo della reazione è tutt'altro; si osserva uno sviluppo assai minore di gas, nè producesi alcool. Esaminando il fluido alla fine della fermentazione, non vi si trova più particella alcuna dello zucchero, ma invece una quantità copiosa di acido lattico ed accanto a questo un corpo del tutto simile alla gomma arabica, ed inoltre, come prodotto assai singolare, una sostanza facilmente cristallizzabile, la quale è identica, per proprietà e composizione, con la sostanza che costituisce la parte dolce della manna.

L'alcool e l'acido carbonico sono i prodotti del trasmutamento degli atomi zuccherini alla temperatura ordinaria; l'acido carbonico, l'idrogeno, la mannite, l'acido lattico, la gomma, sono quelli della fermentazione dello zucchero ad una temperatura avanzata. Il processo che tramuta, nel latte, il zucchero di latte in acido lattico, si effettua in preferenza alla temperatura ordinaria. Fra 24 a 36 gradi il caseo contenuto nel latte acquista le proprietà del lievito comune; e nello zucchero di latte a questa temperatura hanno luogo due processi di metamorfosi che si succedono l'un l'altro; dapprima si converte in zucchero di uva; dipoi le molecole di questo trovandosi in contatto col caseo si decompongono in acido carbonico ed alcool.

Alla temperatura ordinaria il latte fermenta senza sviluppo di gas, e vi si forma dell'acido lattico; ad una temperatura più elevata, in virtù del rimutato processo di fermentazione, se ne ottiene un fluido ricco di alcool, e questo mercè la distillazione dà una vera acquarzente.

Egli è chiaro, che quelle sostanze solamente sono fermentabili, di cui gli elementi, essendo mantenuti insieme da una forza di poca energia, sono assai mobili; e se di fatti avviene che una locomozione delle particelle elementari del fermento determina un'altra simile locomozione negli atomi di un altro corpo con cui si trova in contatto, non vi ha dubbio alcuno che questi ultimi oppongono all'azione del movimento ad essi comunicato una certa resistenza la quale fa mestieri che sia vinta perchè venissero ad acquistare la facoltà di potersi mettere in moto. Per quanto piccola possiamo immaginare questa resistenza, rappresenta sempre una forza che esercita sugli atomi del fermento un'azione retroattiva, per la quale necessariamente si deve modificare il cambiamento che avviene nella loro disposizione. Un corpo in putrefazione, decomponendosi solo, deve dunque di necessità offrire prodotti diversi da quelli che offrirebbe trasformandosi in contatto di una sostanza che la mercè sua esso induce a fermentare. Ed in fatti, aggiungendo acqua zuccherata al formaggio animale ovvero al sangue in putrefazione, si osserva, appena che la fermentazione dello zucchero incomincia, una diminuzione nel formarsi di quei prodotti a cui è proprio l'odore fetido, e questi scompariscono affatto durante il corso della fermentazione. Si comprende pure come un corpo atto a fermentare possa perdere questa proprietà, ove si aumenti la resistenza che le molecole metto-

no contro all'azione del fermento e si accresca la forza che mantiene gli elementi del fermento riuniti in atomi. Esiste in realtà un gran numero di corpi che oppongono resistenza, impedimento o ritardo alla putrefazione ed alla fermentazione, e la loro azione mirabile proviene assai spesso dal perchè essi formano una combinazione chimica col fermento. In conseguenza dell'accesso di un corpo che ha affinità pel fermento avviene che gli elementi del fermento persistono davvantaggio nella loro disposizione primitiva, poichè alla forza che li tiene aggruppati si aggiunge, per virtù di questo altro corpo che ad esso si combina, una novella forza di attrazione, la quale abbisogna parimenti che sia superata perchè gli elementi del fermento in questo altro stato potessero variare di posizione.

Del numero di cosiffatte materie, che sospendono la putrefazione e la fermentazione e che son dette *antisettiche,* fanno parte tutte le sostanze che esercitano una azione chimica sul fermento, come sono gli alcali, gli acidi vegetali concentrati, gli oli volatili, l'alcool, ed il sal marino. Energici per eccellenza sono l'acido solforoso, i sali metallici, e tra questi, sopra tutti, quelli a base di mercurio; per lo che posseggono la virtù di combinarsi chimicamente colle sostanze in putrefazione. L'acido arsenioso non impedisce la putrefazione del sangue nè la ordinaria fermentazione dello zucchero, ma arresta interamente la putrefazione della cute e dei tessuti che danno la colla.

Molti tra gli acidi organici, che di per sè non sono atti a fermentare, acquistano questa proprietà quando si trovano combinati colla calce. Il malato ordinario di calce, a cui siasi aggiunto del lievito, fermenta altrettanto facilmente quanto l'acqua zuccherata; ad una bassa temperatura si sviluppa dell'acido carbonico puro, ed il malato si decompone in succinato, acetato e carbonato di calce; ad una temperatura più elevata, si sviluppa del gas idrogeno, e dall'acido malico si forma una gran quantità di acido butirrico.

Il lattato di calce in contatto del formaggio putrido somministra acido carbonico, gas idrogeno, acido butirrico e mannite.

Il tartrato di calce fornisce acido carbonico, acido metacetonico, ed acido acetico.

Neutralizzando questi acidi per mezzo della calce s'impedisce la loro ulteriore azione sul fermento, ed il liquido conserva la sua neutralità durante il processo della decomposizione, perchè la

calce, divenuta libera per la formazione di un acido organico di un ordine superiore e che abbia minor capacità di saturazione, si combina coll'acido carbonico sprigionato e precipita in forma di carbonato di calce insolubile.

Gli eccitatori della fermentazione, quali si trovano contenuti nel succo delle uve ed in quello delle piante sono senza alcuna eccezione delle materie che hanno la stessa composizione come il sangue o come il caseo del latte. Nelle piante, come p. e. nella vite, la produzione di queste parti costituenti il sangue, si può ingrandire ed accrescere di molto per mezzo del concime animale. Lo stallatico vaccino, e propriamente l'urina contenutavi, è ricca di carbonati alcalini, i quali esercitano una influenza sull'incremento della parte zuccherina. Gli escrementi dell'uomo, al contrario, contengono solamente dei fosfati alcalini, ed operano in modo particolarmente favorevole nella produzione dei principî del sangue nelle piante, o, se vi piace su quelli che eccitano la fermentazione.

Di leggieri scorgesi che per mezzo della coltura, e per la scelta analoga dell'ingrasso noi possiamo esercitare la più manifesta influenza sulla qualità del succo. E però con ragione noi miglioriamo il mosto ricco di sostanze constituenti il sangue, aggiugnendovi dello zucchero il quale, ciò che è lo stesso, fu prodotto dall'organismo di un'altra pianta; ovvero al succo premuto delle nostre uve immature noi uniamo quelle appassite dei climi meridionali. Nel senso scientifico sono essi dei veri miglioramenti che in nessun modo hanno del nocivo e del falso.

In ogni fermentazione avvengono cambiamenti nella natura dei prodotti, cagionati in parte da un'alterazione della temperatura, in parte dalla presenza di altre materie che vengono indotte a prendere parte al processo del trasmutamento. Così dallo stesso succo delle uve, allorchè fermenta a temperature diverse, ottengonsi dei vini di bontà e proprietà ineguali, e ciò a tenore che nell'autunno la temperatura dell'aria sia alta o bassa; secondo la profondità della cantina e la temperatura della medesima durante la fermentazione cambiano la qualità, l'odore e il sapore del vino. Una temperatura affatto costante del sito ove ha luogo la fermentazione, ed una fermentazione non troppo precipitosa, ma che lentamente segue il suo corso, sono le condizioni più essenziali le quali dipendono dall'uomo, e possono farci ottenere un vino squisito. Non passerà lungo tempo e si preferiranno per la fer-

mentazione del vino, tra tutte le altre cantine, le profonde scavate nelle rocce, tanto idonee alla fabbricazione delle migliori birre; la loro utilità consiste particolarmente nella loro temperatura costante.

La influenza che le sostanze eterogenee esercitano sui prodotti della fermentazione vinosa è in modo particolare visibile nella fermentazione delle patate germogliate. Come è noto, ottiensi da queste, mercè la distillazione, oltre l'alcool, un fluido oleoso con proprietà velenose e di un odore e sapore assai disgustevole.

Cotesto olio, noto sotto il nome di *olio di patate (Fuselöl)*, non trovasi di già formato nelle patate; esso è un prodotto del trasmutamento dello zucchero, poichè questo non ottiensi soltanto dalle patate fermentate, ma ancora nella fermentazione degli ultimi sciroppi che si hanno nel fabbricare lo zucchero dalle barbabietole.

Cotesto olio, che secondo le sue proprietà chimiche appartiene alla classe medesima dell'alcool, è alcool da cui sonosi segregati gli elementi dell'acqua. Due atomi di siffatto olio vengono formati dalla riunione di cinque atomi di alcool da cui si son sottratti sei atomi di acqua.

La formazione di siffatto olio, di cui oggigiorno se ne guadagnano, qual prodotto accessorio, quantità tali nelle fabbriche di spirito di vino da poterlo in esse adoperare per la illuminazione, non ha giammai luogo nei fluidi che fermentano se questi contengono acido enantico, cremore di tartaro, acido citrico o certe altre sostanze amare (luppolina); esso producesi in preferenza soltanto ne' liquidi alcalini e ne' neutri ovvero in quelli che contengono acido acetico od acido lattico; e però si può impedire la sua formazione aggiungendo tartaro al liquido.

L'odore ed il sapore dei vini provengono da certe particolari combinazioni che formansi durante la fermentazione; i vini vecchi del Reno contengono dell' etere acetico, ed alcuni di essi, in piccola quantità, dell'etere di acido butirrico il quale comunica ad essi un odore ed un sapor grato, simile a quello del vecchio rum di Giammaica. Tutti poi contengono dell'etere di acido enantico, dalla presenza di cui trae origine l'odore vinoso. Siffatte combinazioni nascono in parte durante la fermentazione stessa, ed in parte durante la conservazione del vino, in virtù dell'influenza degli acidi sopra l'alcool del vino. L'acido enantico sembra formarsi durante la fermentazione; almeno finora non vi fu rinvenuto nelle uve. Gli acidi liberi contenuti nei succhi in fer-

mentazione hanno la parte meglio definita nella produzione di coteste sostanze aromatiche; i vini delle contrade meridionali che preparansi con uve giunte a perfetta maturità contengono tartaro ma non già acidi liberi organici: essi hanno appena l'odore del vino, ed in quanto al gusto essi cedono in confronto dei migliori vini della Francia e del Reno.

LETTERA XVIII.

Le proprietà dell'ordinario formaggio animale, cioè la influenza che le sue minime particelle, trovandosi nello stato di scomposizione o di trasmutamento, esercitano sulle particelle di zucchero ad esse più vicine, sono per fermo degne della nostra attenzione, ma esse vengono in tutto ciò di moltissimo superate dalla caseina vegetabile nel latte di mandorle. Ognun sa, che le mandorle dolci pestate minutamente e mischiate con una quantità di acqua equivalente a 4 o 6 volte il loro peso, danno un fluido, il quale per le sue proprietà esterne ha la più grande somiglianza con il latte grasso di vacca. Nel modo stesso, come in questo ultimo, lo aspetto latteo producesi ancora in quello da particelle minutamente disperse di olio e di grasso, le quali, allorchè il fluido trovasi in riposo, si segregano alla superficie in forma di crema; del pari che il latte vaccino, si quaglia anche quello aggiugnendovi dell'aceto, e diventa agro da per sè, allorchè per qualche tempo rimane abbandonato a sè stesso. Questo latte di mandorle contiene una sostanza per le proprietà sue affatto analoga alla caseina animale, e non men di questa soggetta a trasmutamento.

Dal momento in cui il latte esce dalla zinna della vacca la caseina animale soffre un trasmutamento progressivo, il quale però rendesi visibile soltanto dopo qualche tempo mercè la coagulazione del latte; in modo identico operasi un cambiamento negli elementi della caseina vegetabile appena le mandorle dolci vengono ridotte allo stato di latte. Del pari che la caseina anima-

le, quella vegetabile delle mandorle contiene del solfo, ma l'azoto vi è in proporzione maggiore, e da ciò deriva probabilmente che la caseina animale, adoperata come fermento, non manifesta sempre la stessa efficacia della vegetale. In quanto poi alla fermentazione dello zucchero, entrambe godono delle stesse proprietà.

Se ad una soluzione di zucchero di uva (il quale è identico con quello di amido o con la parte solida che costituisce il mele delle api) uniscesi del latte di mandorle, ovvero la polvere di mandorle pestate, dalla quale anteriormente col torchio a *freddo* fu tolto l'olio grasso, vedrassi ben presto, allorchè conservasi in un luogo caldo, passare il fluido allo stato di energica fermentazione vinosa; mercè la distillazione ne otteniamo un'acquavite particolare di gratissimo sapore. La caseina animale produce ancora siffatto effetto; ma quella vegetabile del latte delle mandorle in una quantità di composti organici, come p. e. nella salicina e nell'amiddalina, cagiona delle scomposizioni e dei cambiamenti i quali dalla caseina animale non vengono effettuati.

La salicina è quella parte costituente la corteccia del salice, che le comunica il conosciuto sapore amaro e la proprietà di tingersi in rosso carminio allorchè vi si fa cadere qualche goccia di acido solforico concentrato; essa estraesi facilmente per mezzo dell'acqua; nello stato suo purissimo essa cristallizza in aghi di un bianco abbagliante, fini, lunghi ed intrecciati in guisa di seta. La salicina è, come lo zucchero, scevra di azoto, ma il suo atomo è assai più composto.

Introducendosi della salicina nel latte di mandorle, perdesi ben presto ogni amarezza e si dà luogo ad un sapore affatto dolce. In questo periodo tutta la salicina è scomparsa, e si ha in sua vece dello zucchero di uva ed un nuovo corpo dalla salicina totalmente diverso, e ch'è la *saligenina*. Lo zucchero e la saligenina contengono insieme gli elementi della salicina. Un atomo di questa ultima, in contatto con la caseina vegetabile del latte di mandorle, scomponesi in un atomo di zucchero ed in un altro di saligenina, senza che v'entri o n'esca cosa alcuna.

Più degna di nota è la maniera come siffatta caseina vegetabile comportasi verso l'amiddalina; i prodotti particolari che ottengonsi dalle mandorle amare furono per lungo tempo tenuti quale enigma difficile a spiegarsi, sino a che si rinvenne l'amiddalina come parte costituente di quelli e si conobbe il suo modo di comportarsi con la caseina vegetabile.

Dalle mandorle amare ridotte in fina polvere e sottoposte con acqua alla distillazione, ottiensi un'acqua di forte odore, lattiginosa, a cagione d'una moltitudine di goccioline oleose galleggianti, le quali a poco a poco si depositano in fondo formando uno strato di olio. È questo un olio volatile del più forte odore e sapore di mandorle amare, più pesante dell'acqua e distinto ancora per ciò, che esposto all'aria ne assorbisce l'ossigeno trasformandosi in cristalli di acido benzoico duri e senza odore; oltre a questo olio volatile, che attualmente circola in grandi quantità in commercio come oggetto di profumeria, l'acqua suddetta contiene ancora una considerevole quantità di acido prussico.

Ma l'acido prussico e l'olio di mandorle amare, due prodotti della distillazione di queste con l'acqua, non rinvengonsi mica come tali nelle mandorle amare. Se entrambi vi si trovassero già belli e formati come l'olio di terebentina nella resina de' pini e l'olio di rosa nel fiore di questo nome, dovremmo di necessità supporre, che anche l'olio di mandorle amare si facesse nello stesso modo estrarre da esse la mercè di oli grassi od altri mezzi dissolventi; ma l'olio grasso, che per mezzo del torchio ottiensi con facilità dalle mandorle amare, non è più aspro o meno insipido dell'olio di mandorle dolci; non vi si trova traccia veruna di acido prussico o di olio volatile di mandorle amare, benchè vi sieno facilmente solubili in esso. Facendo bollire le mandorle con l'alcool, non troverassi nemmeno in questo alcuna traccia, nè di acido prussico nè di olio volatile di mandorle amare; ma se si svapora tutto l'alcool, ottiensi un bel corpo bianco cristallino, che, facilmente sciogliendosi nell'acqua, ha allora un debole sapore amaro e differisce essenzialmente dallo zucchero e dalla salicina, in quanto che contiene dell'azoto il quale, benchè in piccolissima quantità, pur non vi manca giammai. A questo corpo l'acido prussico e l'olio di mandorle amare debbono la loro formazione, ovvero le materie sconosciute nelle mandorle amare che li producono han dovuto essersi riunite in amiddalina per l'influenza dell'alcool; questa è la conchiusione a cui fu menato lo scopritore dell'amiddalina. E non avendo trovato la chiave dell'enigma, egli ascrisse, come spesso accade, la formazione dell'amiddalina o la sua trasformazione in acido prussico ed olio di mandorle amare, all'azione di un essere sfuggevole ed incomprensibile che per la sua natura si sottrae ad ogni indagine.

Ma tutto ciò si è spiegato in un modo semplicissimo; si è ve-

duto che introducendo una soluzione acquosa di amiddalina nel latte fresco di mandorle, questo scomponesi in pochi istanti, e che in seguito di una nuova disposizione l'atomo di amiddalina si scompartisce in acido prussico, in olio volatile di mandorle amare, ed in zucchero, gli elementi dei quali (in tutto 90 atomi) trovansi tutti, meno però quattro atomi di acqua che si sono aggiunti, riuniti insieme in un solo gruppo nell'atomo di amiddalina.

La quantità di amiddalina, che in tali circostanze per l'effetto della caseina vegetabile scomponesi per formare queste combinazioni, dipende in certo modo dalla quantità di acqua che si trova nella mescolanza; e secondo che l'acqua basta o pur no a sciogliere tutti i prodotti che si formano, l'amiddalina scomponesi in tutto o soltanto in parte. L'olio volatile delle mandorle amare abbisogna per la sua soluzione nell'acqua di trenta parti di questa; gli altri prodotti ne richiedono meno. Or aggiungendo al latte di mandorle tanta amiddalina che 30 parti di acqua corrispondano ad una sola parte dell'olio prodottosi di mandorle amare, l'amiddalina sparisce tutta; ma aggiungendosi alla mescolanza altra quantità di amiddalina, questa non soffre più alterazione veruna. Di leggieri vedesi, che l'affinità chimica dell'acqua (il suo potere dissolvente) rappresenta la sua parte in questo processo di scomposizione; e che la sua attrazione per uno dei prodotti coopera anch'essa come cagione del tramutamento. Or siccome la parte bianca contenuta nelle mandorle amare è perfettamente identica con la caseina vegetale delle mandorle dolci, comprenderassi facilmente, che la esistenza dell'amiddalina nei noccioli delle mandorle dipende senz'altro dalla quantità di acqua che contengono. Una quantità di amiddalina, corrispondente alla piccola quantità di acqua contenuta in essi, vi si trova solamente in quanto ai prodotti che si formano; se alle mandorle ben pestate si aggiunge maggiore quantità di acqua, convertendole p. e. in latte di mandorle, il contenuto in amiddalina scema fino a che totalmente sparisce, a misura che l'acqua aumenta, allorchè questa vi si trova aggiunta in maggior quantità.

Il modo come comportasi l'amiddalina e la parte bianca contenuta nelle mandorle e che somiglia al caseo, acquista ancora maggiore importanza ogni qualvolta si rifletta, che la presenza dell'amiddalina nelle mandorle dipende dal sito ove per caso trovasi piantato l'albero. Fra due alberi, di cui l'uno porta mandorle dolci e l'altro amare, non fu dai botanici trovata alcuna sensibile

differenza. V'ha casi in cui il semplice trapiantamento fece portare mandorle dolci ad un albero che prima le produceva amare; e certamente è questo uno degli esempi più notevoli della influenza che certe parti costituenti il suolo esercitano sul processo vitale delle piante.

L'influenza che ha la presenza dell'acqua sulla esistenza di talune combinazioni organiche s'inferisce sufficientemente chiara dai fatti summenzionati, e però ve ne sono ancora molti altri e tanto importanti da non doversi passare sotto silenzio.

È noto a chicchesia, che la senapa nera polverizzata e bagnata con acqua fino a che formi una poltiglia dà in pochi minuti una mescolanza la quale esercita sulla cute un'azione oltre modo irritante, anzi vescicatoria. Questo effetto proviene da un olio volatile, il quale è privo di ossigeno ma contiene solfo e che mercè la distillazione con l'acqua si può ottenere nel modo stesso, come si ricava l'olio amaro dalle mandorle amare.

La senapa ordinaria da tavola deve a questo olio il suo odore ed il suo sapore; nello stato della massima purezza esso è di una acrimonia sensibilissima.

Or nella semenza della senapa non v'ha verun vestigio di questo olio, giacchè l'olio grasso spremuto da essa è poco o niente piccante. L'olio volatile producesi da un corpo non piccante e ricco di solfo e di azoto, che, per l'azione della caseina vegetabile contenuta nella semenza, prova una trasmutazione istantanea allorchè trova una sufficiente quantità di acqua; l'olio volatile della senapa è uno dei nuovi prodotti che formansi dagli elementi della stessa.

In un modo simile a quello in cui la caseina vegetabile nella semenza della senapa ed in quella del mandorlo esercita, per lo stato di trasmutazione a cui passa istantaneamente in presenza dell'acqua, un'azione decomponente sopra altre parti costituenti le semenze stesse, comportansi pure quelle parti costituenti quasi tutte le semenze delle piante che contengono solfo ed azoto, e che sono analoghe per composizione alla caseina vegetabile, e particolarmente nel così detto glutine contenuto nelle diverse specie di frumento.

La farina della segala, quella del frumento, non che altre specie di farine mescolate con venti volte il loro peso di acqua a 75 gradi, danno una densa colla, la quale dopo poche ore diviene già liquida, acquistando un sapore meramente dolce; l'amido

della farina riceve una certa quantità di acqua, ed in seguito di una nuova disposizione dei suoi atomi esso convertesi da prima in una specie di gomma, e poi in zucchero di uva. Questo trasmutamento proviene dalla scomposizione che si opera nel glutine della farina; il rammollirsi della pasta nella preparazione del pane non ha altra cagione.

Questa stessa formazione di zucchero ha luogo appunto nella germinazione de' semi; con lo sviluppo del germoglio tutto l'amido contenuto nella semenza del frumento, della segala e dell'orzo convertesi in zucchero per la influenza delle molecole del glutine che gli sono vicine. Il glutine stesso acquista proprietà in tutto diverse, e, come l'amido, diventa solubile nell'acqua. Se dopo estratto con l'acqua il malto tallito, si fa riscaldare questo estratto (detto dai fabbricanti *mosto di birra*) fino all'ebollizione, una quantità di questo glutine divenuto solubile separasi in uno stato nel quale più non si lascia distinguere dall'albume animale coagulato, nè per le sue proprietà, nè per la sua composizione. La rimanente parte del glutine trovasi disciolta nel mosto: or bollendo questo con dei luppoli, e, dopo di averlo concentrato mercè la evaporazione, si fa raffreddare, e vi si aggiunge del lievito di birra, si ottiene in ultimo la birra dopo che ha fermentato; da essa il glutine disciolto si segrega in forma di lievito di birra e di questo la quantità è tra venti e trenta volte maggiore di quella che prima si era aggiunta.

Nella natura organica noi osserviamo simili fenomeni sopra una grande scala, i quali dipendono da identiche o simili cagioni. Molte piante legnose contengono verso l'autunno una sostanza depositata nel legno, simile in tutto all'amido delle patate o a quello contenuto nelle diverse specie di grano, la quale nella primavera, allorchè riproducesi nuovamente nelle piante, vien convertita in zucchero. Il succo ascendente dell'acero è così ricco di zucchero, che nei luoghi ove di questo albero se ne hanno intiere foreste, viene impiegato a fabbricarne zucchero. Noi abbiamo tutta la ragione per credere che questo zucchero, in seguito di una trasmutazione simile, venga prodotto come quello delle semenze in germoglio.

L'addolcirsi de' frutti d'inverno, ossia il così detto maturare col tempo e con la paglia, è l'effetto di una vera fermentazione. Le mele e le pere immature contengono una quantità considerevole di amido, il quale in seguito della scomposizione di quella

parte costituente del succo che contiene l'azoto, vien convertito in zucchero.

Non è guari REDTENBACHER trovò l'acido formico qual prodotto della fermentazione delle fogiie e de' ramoscelli de' pini. Siffatta scoperta è tanto più importante, in quanto che essa ci somministra assai probabilmente la chiave onde spiegare la presenza di questo acido nelle formiche, e particolarmente in quelle specie, che non cibansi di alcuna sostanza, da cui possa formarsi l'acido formico.

La cute animale, la membrana mucosa dello stomaco, quella delle intestina, la sostanza della vescica orinaria, hanno moltissime proprietà comuni col glutine e col lievito. Nello stato fresco queste sostanze non hanno neanche la minima influenza sull'amido e sullo zucchero di latte, ma per poche ore che sieno state nell'acqua ovvero esposte umide all'aria, esse passano ad uno stato di scomposizione che le dà il potere di convertire con estraordinaria rapidità l'amido in zucchero, e lo zucchero di latte in acido lattico.

Da tempi immemorabili siffatta proprietà della membrana mucosa dello stomaco dei giovani vitelli è utilizzata per far coaguiare il latte nella preparazione del formaggio, o, quel che è lo stesso, per effettuare la separazione del caseo dalle altre parti che costituiscono il latte.

Il formaggio deve la sua solubilità nel latte alla presenza del fosfato alcalino e dell'alcali libero, di cui riconoscesi facilmente la esistenza, introducendo nel latte fresco la carta rossa di tornasole, che cambia il suo colore in azzurro. L'aggiunta di qualsiasi acido che porti via l'alcali, fa che la caseina si separi nel suo stato naturale insolubile. Questo acido indispensabile alla coagulazione del latte non viene aggiunto neiia preparazione del formaggio, ma si produce da sè a spese delio zucchero di latte contenuto nel latte fresco. Una piccola quantità di acqua, che siasi lasciata per parecchie ore o durante una notte in contatto con un pezzettino di stomaco di vitelio che serve di caglio, discioglie una quantità appena ponderabile della membrana mucosa passata a scomposizione, e mescolandola col latte, non viene lo stato suo trasmesso al formaggio, ciò che qui è di massima importanza, ma bensì allo zucchero di latte, di cui gli elementi si convertono in acido lattico, e per la presenza di questo l'alcaii viene neutralizzato ed il formaggio costretto a separarsi. Con carta di tornasole

si può seguire questo processo per tutti i suoi stadi; la reazione alcalina del latte va cessando tosto che questo comincia a coagularsi; se il formaggio non viene subito separato dal siero, la formazione dell' acido lattico progredisce, il liquido diventa acido ed il formaggio passa anch' esso allo stato di scomposizione.

Il formaggio fresco e bianco, che spremendolo ed aggiungendovi del sale si è diligentemente sceverato dall' acqua e dallo zucchero di latte, è una mescolanza di butirro e di caseina; esso contiene tutto il fosfato di calce ed una parte del fosfato di soda del latte; conservato in luoghi freschi soffre una serie di metamorfosi, le quali gli fanno acquistare proprietà affatto nuove; a poco a poco esso diventa trasparente, l' intera massa sua si ammollisce più o meno ed acquista una debole reazione acida, non che l' odore proprio del formaggio. Fresco, esso è pochissimo solubile nell' acqua; ma abbandonato per due o tre anni a sè medesimo, l' acqua fresca allora lo scioglie quasi intieramente, e particolarmente se prima viene spogliato del suo grasso, formando un liquido, il quale come il latte vien coagulato dall' acido acetico e dagli acidi minerali. Il formaggio insolubile, durante la così detta maturazione, fa ritorno ad uno stato somigliante a quello che aveva nel latte. La caseina conservasi inalterata nella specie di formaggi che quasi non hanno odore come quelli d' Inghilterra, di Olanda, della Svizzera ed i migliori di Francia; il loro odore e sapore provengono dal butirro scomposto. Gli acidi non volatili, margarico ed oleico, e quelli volatili, cioè il butirrico, il caprico ed il caproico del butirro, diventano liberi per la scomposizione dello zucchero dell' olio.

Il formaggio ripete il suo odore proprio di formaggio dall' acido butirrico, la diversità del suo sapore piccante ed aromatico dipende dalle proporzioni in cui l' acido butirrico, il caprico ed il caproico vi si trovano nello stato libero.

Il passaggio della caseina dallo stato insolubile a quello solubile è cagionato dalla scomposizione del fosfato di calce prodotta dall' acido margarico del butirro; vi si forma margarato di calce, mentre l' acido fosforico forma con la caseina una combinazione solubile nell' acqua.

Le specie più cattive di formaggio, e propriamente i formaggi magri, acquistano il loro odore da prodotti puzzolenti che contengono solfo ed ammoniaca, e che formansi per la scomposizione (putrefazione) della caseina. Trasmettendosi a questa i cambia-

menti che (pel processo di eremacausia, o, come suol dirsi in questo caso, per l' irrancidirsi) hanno luogo nel butirro o nel zucchero di latte ancor presente, cambiasi con la composizione diversa, come per se s'intende, anche la facoltà nutritiva della medesima. Spogliandola diligentemente dello zucchero di latte, del siero, ed esponendola, durante la così detta maturazione, all' influenza di una bassa temperatura, noi soddisfacciamo alle principali condizioni, date le altre, onde preparare le migliori specie di formaggi (1).

La differenza nel sapore e nell' odore delle varie specie di formaggi dipende dal metodo tenuto nella fabbricazione, dalla qualità del presame, dal sale aggiunto e dalle condizioni atmosferiche per la intera durata del trattamento; certo è, che le piante mangiate dagli animali, e particolarmente quelle aromatiche, non sono senza alcuna influenza sulla qualità del formaggio, ma quella che vi hanno è quasi affatto secondaria. Il latte di vacca varia assai, nella sua composizione, nella primavera nella state e nell' autunno, ma ciò non produce alcuna sensibile differenza nei formaggi che da esso si fanno in una stessa contrada. Se la diversità delle piante vi esercitasse realmente una influenza, il medesimo terreno non potrebbe in tempi diversi somministrare formaggi di una stessa o simile qualità, appunto perchè le piante da cui proviene il latte sviluppano e fioriscono in stagioni diverse. I metodi nella fabbricazione sono in Chedder del tutto diversi da quelli osservati in Glocestershire, e da questi differiscono ancora gli altri adoperati in quella contrada, donde vengono i formaggi di Stilton.

Ora il caglio dei giovani vitelli, o la membrana mucosa dello stomaco degli animali in generale, oltre alla sua facoltà di con-

(1) La qualità del così squisito formaggio di Roquefort, preparato con latte di pecora, dipende esclusivamente dai locali in cui i formaggi spremuti vengono conservati durante il tempo della maturazione; son essi delle cantine le quali, comunicando con grotte nelle montagne o con fenditure di queste, si mantengono assai freschi (5 in 6 gradi) mercè le correnti aeree che ne derivano. Il prezzo di queste cantine varia in ragion diretta della loro temperatura. Giron (*Annales de chimie et de phys.*, XLV, p. 371), riferisce che una cantina, la cui costruzione non costava più di 12000 franchi, fu venduta per 215000 franchi. Un tal prezzo potrebbe considerarsi come decisivo per la influenza che la temperatura esercita sulla qualità dei formaggi.

vertire lo zucchero di latte in acido lattico, acquista coll' intervento dell'acido muriatico debole la proprietà di rendere solubili o di liquefare le sostanze animali solide; e l'osservazione dei fenomeni che si producono, sparse una luce inaspettata sul processo della digestione nel corpo dell'animale vivente. Questa facoltà fluidificante appartiene a tutti i così detti eccitatori della fermentazione, in un certo stadio della loro scomposizione; e noi abbiamo imparato già a conoscerla relativamente all'amido nell'estratto del malto e nel glutine, ma in siffatta proprietà entrambi sono superati di gran lunga dalla membrana mucosa dello stomaco. Se per qualche ora lasciamo un pezzettino di ventricolo di vitello nell' acqua calda, contenente una così tenue quantità di acido muriatico che appena acquisti sapore acido, ne otteniamo un fluido che sulla carne cotta, sul glutine e sul bianco di uova indurito per cottura, produce lo stessissimo effetto, come il succo gastrico nello stomaco vivente, il quale al pari di questo fluido digestivo artificiale ha una reazione acida proveniente dall'acido muriatico. Esponendo alla temperatura di 37 gradi (che è quella del ventricolo), la carne muscolare o il bianco di uova indurito, i margini ne diventano subito mucosi e trasparenti, e di già dopo poche ore quelli sono disciolti interamente in un fluido alquanto torbido per le particelle grasse. La virtù dissolvente, di cui l'acido muriatico è dotato per sè stesso, viene accelerata la mercè di una quantità appena ponderabile di membrana mucosa passata allo stato di scomposizione, e ciò a segno, che la soluzione si opera in un quinto del tempo che impiegherebbe ordinariamente. La fisiologia moderna ha dimostrato che in ogni digestione staccasi la membrana esteriore, l'epitelio, per la intera superficie interna dello stomaco; non è da dubitare affatto che la sostanza del medesimo a contatto coll' ossigeno, il quale vien portato allora in forma di aria schiumante racchiusa nella scialiva, soffra un cambiamento, in virtù del quale, tutto ciò che trovasi nello stomaco vi si discioglie e diventa liquido in brevissimo tempo.

Si è lungamente creduto che la proprietà di accelerare la dissoluzione comunicata dalla membrana mucosa al liquido contenente acido muriatico, dipendesse dalla presenza di una sostanza particolare, da una specie di materia digestiva; la stessa idea si è avuta puranche della sostanza ricavata dall'estrazione del malto, per la quale l'amido vien convertito in zucchero, e si son dati perciò nomi particolari a siffatte materie. Ma ciò che chia-

masi *pepsina* o *diastasi* non è altro che la parte della membrana mucosa o del glutine passata allo stato di scomposizione; il loro effetto ai pari di quello del fermento dipende unicamente da siffatto stato.

Con un pezzo di membrana dello stomaco in un certo stato di scomposizione noi possiamo portare a scioglimento una quantità di sostanze animali; ed in un altro stadio trasformiamo con esso l'amido in zucchero, lo zucchero in acido lattico, in mannite e mucilaggine, o in alcool ed acido carbonico. Non altrimenti comportasi un estratto acquoso di malto fresco di orzo, in cui la colla di amido in pochi minuti può essere convertita in zucchero di uva; in pochi giorni ha di già perduto questa proprietà ed acquista l'altra, cioè di trasformare lo zucchero di uva in acido lattico, in mannite e gomma; dopo 8 o 10 giorni perdesi affatto anche questa attitudine, l'estratto s'intorbida e a contatto col zucchero opera la scomposizione dell'atomo di questo in alcool ed acido carbonico.

I fenomeni sopraccennati, presi nel loro vero significato, pruovano che le metamorfosi e le scomposizioni che nei processi di fermentazione hanno luogo, vengono cagionate da una materia le cui minime particelle trovansi in uno stato di trasmutazione e di moto che si propaga su gli altri circostanti atomi in riposo, di modo che anche in questi, dietro la principiata perturbazione dell'equilibrio nella chimica attrazione, gli elementi e gli atomi lasciano il loro sito costituendosi in uno o più gruppi novelli.

Noi osserviamo che i prodotti formati nelle fermentazioni variano con la temperatura e con lo stato di trasmutamento, in cui trovansi le particelle del corpo che eccita la fermentazione; e però è chiaro che il modo come gli atomi si sono novellamente disposti, e dal quale dipendono la natura e le proprietà dei nuovi prodotti, sta in un ben determinato rapporto con la direzione e con la intensità del movimento, nonchè col modo in cui questo opera.

Tutte le sostanze organiche inducono la fermentazione, ovvero sono dei fermenti, tostochè sono passate a putrefarsi; in ciascun atomo organico si propaga l'incominciata trasformazione ogni qual volta esso non abbia di per sè la facoltà di sospendere il movimento, opponendo la forza della sua propria ed inerente attività. La carne in putrefazione, il sangue, la bile, l'orina, la membrana mucosa dello stomaco, partecipano della stessa facoltà, come le sostanze che rinvengonsi nelle parti o nei succo delle piante; le materie che inducono la fermentazione, tra le quali si ri-

trovano quegli atomi complessi, che pel solo contatto con l'ossigeno passano spontaneamente a scomporsi, posseggono proprietà che sono comuni a tutti; ognuna poi, presa individualmente, opera di per sè degli effetti particolari, pei quali distinguonsi genericamente le une dalle altre. Tali effetti stanno in intimo rapporto con la loro composizione. La caseina vegetabile delle mandorle opera sull'amido e sullo zucchero nella stessa guisa come il glutine od il fermento, ma queste ultime due sostanze non hanno la facoltà di scomporre la salicina in saligenina e zucchero, nè tampoco l'amiddalina in acido prussico ed in olio di mandorle amare. In modo simile le membrane animali acquistano in certi stati tutte le proprietà della caseina animale che fermenta, ma questa poi non mostra veruna sensibile influenza sulla virtù dissolvente dell'acido muriatico, ch'è quella di rendere liquidi il bianco di uova indurito e la carne cotta.

Tutt'i fenomeni della fermentazione presi insieme dimostrano la verità della sentenza già da lungo tempo enunciata da LAPLACE e BERTHOLLET « *che un atomo (molecola) posto in moto da qualsiasi forza può comunicare questo suo moto ad un altro atomo che gli sta a contatto.* » Questa è una legge di dinamica che ha un valore più generale ogni qual volta la resistenza *(la forza, la forza vitale, di affinità, elettrica, e di coesione)* opposta al movimento non è bastevole ad arrestarlo.

Come cagione, prima non conosciuta, della forma e dei cambiamenti delle proprietà nelle chimiche combinazioni, la ricognizione di questa legge è il più grande ed il più stabile acquisto che lo studio della fermentazione abbia fatto alla scienza.

LETTERA XIX.

La prima e la più importante cagione di tutte le metamorfosi o cambiamenti, a cui sono soggetti gli atomi organici, è, come fu detto nella lettera antecedente, l'azion chimica dell'ossigeno; la fermentazione e la putrefazione cominciano ad aver luogo solamente in seguito del già cominciato processo di eremacausia; allorchè esse hanno termine si ristabillsce lo stato di equilibrio; combinandosi l'ossigeno con uno degll elementi del corpo organico, distruggesi lo stato primitivo dell'equilibrio nell'attrazione di tutti gli elementi; il corpo si disfà, ed equilibrandosi tutte le attrazioni, viene scomposto in una serie di nuovi prodotti, i quali, se nuove perturbazioni, nuove cagioni di cambiamento non sopraggiungono, non soffrono più alcuna alterazione nelle loro proprietà.

Ma quantunque l'azione chimica, che gli elementi degli atomi organicl possono svolgere tra loro nell'atto della fermentazione e della putrefazione, si equilibri in maniera che tra le attrazioni dei prodotti novellamente formati subentri uno stato di riposo, non pertanto un tale equilibrlo non verificasi affatto rispettivamente alla loro attrazione per l'osslgeno. La chimica azione dell'ossigeno cessa soltanto allorchè la capacità de'loro elementi a combinarsi con esso è appieno esaurita. Poichè l'azione chimica dell'ossigeno altro non è che la tendenza alla combinazione, siffatta tendenza, come di per sè è chiaro, non può essere paralizzata finchè per l'azione dell'ossigeno non siensi formati prodotti ai quali manca affatto il potere di appropriarsene maggior quantità; in questo caso soltanto le loro proprie attrazioni trovansi in equilibrio con quelle dell'ossigeno.

La fermentazione, o la putrefazione, presenta il primo stadio del ritorno degli atomi organici più composti a combinazioni più semplici; col passaggio dei prodotti della fermentazione e della putrefazione a combinazioni aeriformi, mercè il processo della eremacausia, compiesi il giro: gli elementi degli esseri organici

i quali in origine, prima di prender parte ai processi vitali, erano combinazioni coll'ossigeno, il carbonio cioè e l'idrogeno, riprendono di bel nuovo la forma che prima avevano di combinazioni ossigenate. Il processo della eremacausia è un processo di lenta combustione che ha luogo alla temperatura ordinaria; in esso gli elementi degli atomi organici, ovvero i prodotti della fermentazione e della putrefazione dei corpi provenienti dagli animali o dalle piante combinansi lentamente coll'ossigeno dell'aria.

Verun organismo, veruna parte di un animale o di una pianta, dopo la estinzione della forza vitale, ha la facoltà di resistere all'azione chimica che l'aria e la umidità vi esercitano, poichè qualunque resistenza che temporaneamente potevano opporre in qualità di veicoli e sostenitori delle manifestazioni della vita, cessa totalmente con la morte; i loro elementi ricadono nell'illimitato potere delle forze chimiche.

Con la estirpazione delle primitive selve dell'America, con la facilità maggiore con cui perciò l'aria penetra nel suolo così ricco di residui vegetali, cambiansi a poco a poco le sue proprietà; dopo una certa serie di anni non si trova più traccia veruna di cotesti residui. Ai tempi di Tacito la superficie della Germania trovavasi ricoperta di una selva impenetrabile; il suolo doveva aver avuto in quei tempi la stessa proprietà che ha la terra di recente dissodata delle primitive selve americane; ma tutti siffatti prodotti della vita vegetabile non esistono più per le nostre osservazioni. I milioni e milioni di corpi di testacei e di altri animali, i cui avanzi costituiscono interi strati nelle rocce, mercè la fermentazione, nonchè per la influenza continua dell'ossigeno, sono passati dopo la morte a combinazioni aeriformi, ed i gusci e le ossa loro, le parti costituenti di essi che non si sono distrutte, fanno testimonianza di una vita la quale continuamente si estingue e dipoi sempre si rinnova.

Soltanto nei luoghi o nelle posizioni in cui all'ossigeno fu limitato o impedito l'accesso, come negli strati di torba e di lignite, noi troviamo ancora gli avanzi riconoscibili delle vegetazioni antidiluviane in uno stato di rallentata eremacausia.

Perchè cominci e compiasi il processo di eremacausia, ch'è un processo di ossidazione, è assolutamente indispensabile la presenza dell'acqua ed una temperatura adequata, come nella fermentazione e nella putrefazione: il diseccamento o il freddo glaciale sospendono ogni processo di eremacausia e di fermentazione.

Perchè la cominciata scomposizione spontanea venga comunicata da una particella all'altra presupponesi un cambiamento di luogo, ovvero che siffatte particelle abbiano la facoltà di muoversi, ciò che l'acqua rende possibile e promuove; nella eremacausia influisce particolarmente una certa temperatura elevata a facilitare le combinazioni degli elementi coll'ossigeno dell'atmosfera.

Una quantità di materie organiche è atta a ricevere ossigeno nello stato umido; molte altre, e si può dire la massima parte, non posseggono affatto di per sè questa facoltà.

Se introduciamo del fieno bagnato o del legno putrescente in un vaso con aria, tutte le proprietà di questa si alterano in brevissimo tempo; e se dopo due o tre ore vi s'intromette un truciolo acceso, questo vi si spegne, non altrimenti che se fosse immerso acceso nell'acqua. Da una più esatta ricerca s'inferisce, che tutto l'ossigeno dell'aria sparisce compiutamente e che un egual volume di acido carbonico trovasi aver occupato il suo posto. Se l'aria contenente l'acido carbonico è tolta via e surrogata da altra aria fresca, il medesimo processo ha luogo di bel nuovo, l'ossigeno di essa convertesi in acido carbonico. Il cambiamento osservato nell'aria sarebbe stato appunto lo stesso, se avessimo accesi i pezzettini di legno e lasciatili in essa bruciare.

Nell'imbianchirsi dei colori all'aria, o nel così detto imbiancamento sull'erba, abbiamo un'ampia applicazione tecnica del processo di eremacausia. Le tele di lino o di cotone consistono di fibra ordinaria legnosa, più o meno colorata, mercè sostanze eterogenee di origine organica, che trovavansi nella pianta, o che vi si trovano per la manifattura. Bagnate con l'acqua ed esposte alla luce solare esse soffrono immediatamente in tutta la superficie un lento processo di combustione; l'ossigeno dell'aria che trovasi a contatto con il tessuto convertesi senza interruzione in acido carbonico. Il peso della stoffa diminuisce ad ogni istante, appunto perchè brucia; le materie coloranti spariscono a poco a poco, e con esse una considerevole quantità di fibra legnosa, mentre i loro elementi entrano in combinazioni coll'ossigeno. Durando siffatta azione più a lungo, il tessuto perde tutta la sua coerenza e diventa una materia simile ai cenci pestati nelle fabbriche di carta, e continua a corrompersi, finchè durano le condizioni per lo assorbimento dell'ossigeno, ovvero quelle per la eremacausia.

In modo del tutto analogo, come il legno e come le parti principali costituenti le piante e le sostanze non azotate, si compor-

fano egualmente le parti che contengono azoto. La carne fresca, la feccia ordinaria del vino ed il lievito della birra (uno dei primi prodotti della metamorfosi delle parti costituenti le piante che contengono azoto e che devesi alla fermentazione), sottraggono all'aria il suo ossigeno, e le cedono, come il legno, un eguale volume di acido carbonico. Così, nello sgombramento del cimitero degl'Innocenti che dall'interno di Parigi fu traslocato fuori delle porte della città, trovaronsi, la maggior parte dei cadaveri, convertiti apparentemente in adipe. La sostanza della cute e dei muscoli, quella del tessuto cellulare e dei tendini, era perfettamente sparita; solo le ossa ed il grasso dei cadaveri che più lungamente resistono alla corruzione vi si trovarono, e questo ultimo era rimasto in forma di acido margarico, da cui i fabbricanti di sapone in Parigi ricavarono allora centinaia di cantaia di candele e sapone. Della carne che si trova sospesa nell'acqua corrente o seppellita in un terreno umido, dopo un dato spazio di tempo, non rimane altro che il grasso in essa contenuto.

Tutte le materie nell'atto che soggiacciono alla eremacausia comportansi nello stato umido nel modo stesso verso l'aria alla temperatura ordinaria, come se fossero state esposte secche al calore rovente; esse passano allo stato in cui possono ricevere l'ossigeno, ovvero si abbruciano.

Lo spirito di vino, altro prodotto della fermentazione di succhi vegetali zuccherini, non possiede affatto il potere di soggiacere alla eremacausia come questi; nello stato di purezza o mescolato con l'acqua esso finisce per evaporarsi esposto all'aria, ma non si combina coll'ossigeno; a temperatura più elevata s'infiamma facilmente e brucia, producendo acido carbonico ed acqua: i suoi elementi hanno una grande affinità per l'ossigeno, e la temperatura più elevata altro non è che una condizione la quale ne favorisce la manifestazione. Nella guisa stessa, come lo spirito di vino, comportansi il gas idrogeno e molti corpi combustibili; la loro affinità per l'ossigeno non si manifesta se non a certi gradi di calore.

Anche nel processo di eremacausia si è riconosciuta la mirabile influenza che una materia nell'atto in cui opera la sua trasformazione, o trovasi in attività, esercita sulle particelle vicine di un'altra materia, la quale per sè sola non è atta a passare allo stesso stato di trasmutazione, di cambiamento o di attività.

E però molte materie in contatto con una sostanza che sog-

giace all'eremacausia, mostrano alla temperatura ordinaria una affinità per l'ossigeno, formando con esso una combinazione, la quale altrimenti non si effettuerebbe che per un più elevato grado di calore. La facoltà di assorbire l'ossigeno, che ha un corpo in eremacausia, comunicasi a tutte le materie che con esso trovansi a contatto; la loro affinità si accresce in virtù dell'attività propria del corpo, e la loro combinazione coll'ossigeno ne viene agevolata in un modo che non si spiega altrimenti che paragonandolo al modo con cui opera il calore. Il contatto con una materia che già soffre la eremacausia è la principal condizione per la quale passano allo stesso stato tutte le altre sostanze organiche che mancano del potere di combinarsi coll'ossigeno alla temperatura ordinaria. Mentre si opera la combinazione dei loro elementi coll'ossigeno, si aumenta pure la temperatura delle materie in eremacausia e diventa maggiore di quella del mezzo ambiente; ma per quanto sia grande la influenza che il calorico esercita sull'accelerazione del fenomeno, non è pertanto il calorico, come in altri chimici processi, la cagione per la quale gli elementi manifestano affinità per l'ossigeno.

Se in una boccia ripiena di aria atmosferica, a cui siasi aggiunta una certa quantità di gas idrogeno, sospendesi un sacchettino di tela contenente segatura umida, seta, terra vegetabile, ec., queste sostanze continuano a soffrire la eremacausia non altrimenti come nell'aria libera, trasformando il gas ossigeno dell'ambiente in acido carbonico; ma la cosa più degna di esser notata è, che anche l'aggiunto gas idrogeno soffre la stessa metamorfosi, ossia che a contatto con queste sostanze mentre soggiacciono alla eremacausia, acquista la facoltà di combinarsi alla temperatura ordinaria coll'ossigeno. Se vi è ossigeno in sufficiente quantità, l'idrogeno tutto vien riconvertito in acqua.

Nel modo stesso dell'idrogeno comportansi altri gas infiammabili semplici e composti. Il vapore dello spirito di vino, per es., in un recipiente che contenga legna od altre sostanze in eremacausia, prende l'ossigeno dell'aria come il gas idrogeno; si tramuta in aldeide ed indi in acido acetico, il quale, pigliando la forma liquida, si sottrae alla consecutiva influenza dell'ossigeno. Su questa proprietà delle sostanze in atto di eremacausia, di aumentare in tutti i corpi organici e propriamente nello spirito di vino le attrazioni per l'ossigeno, fondasi la così detta sollecita fabbricazione dell'aceto.

Mentre, a cagione dell'imperfetto accesso dell'aria, altre volte ci volevano settimane e mesi per convertire i liquidi fermentati in aceto, ora si è pervenuto a trasformare in aceto lo spirito di vino, in meno di ventiquattr'ore. Ciò ottiensi, soprattutto, facendo passare lentamente l'acquavite allungata con acqua per botti piene di sottili strisce di legno fatte o con l'ascia o con la pialla, tra le quali circoli nel tempo stesso una debole corrente di aria. Mercè questa disposizione, la superficie dello spirito di vino atta a ricevere ossigeno trovasi, in paragone dell'antico metodo, ingrandita le migliaia e migliaia di volte: la natural conseguenza di ciò è che il tempo ne viene per altrettanto abbreviato. In sul principio che i così detti acetificatori vengono posti in opera, aggiungonsi ordinariamente all'acquavite piccole quantità di quelle materie che contengono sostanze atte a pruovare la eremacausia, come il decotto del malto tallito, il miele, l'aceto non del tutto formato, ec.; ma ben presto la superficie stessa del legno si dispone a ricevere ossigeno, e da questo istante esso promuove il passaggio dell'acquavite in aceto, senza che a ciò cooperino altre sostanze che si trovano in eremacausia.

La formazione dell'acido nitrico o quella dei nitrati, e la presenza di essi nel terreno di certi campi e giardini, nel suolo, nelle mura delle stalle di vacche, negli edifici, nell'acqua di fonte delle città e dei villaggi, poggia sulla causa medesima su cui si fonda la formazione dell'acido acetico dall'alcool contenuto nelle acquarzenti; e però essi nascono dall'ammoniaca, come uno degli ultimi prodotti della putrefazione di materie animali ed in generale di sostanze che contengono azoto.

Qualora l'ammoniaca in presenza della calce, della magnesia, della potassa ec. unita ad una certa quantità di umido, si ritrova in contatto con delle materie putrescenti, i suoi elementi, cioè l'azoto e l'idrogeno, si combinano coll'ossigeno dell'aria formando acqua ed acido nitrico; e combinandosi quest'ultimo con delle terre alcaline o con degli alcali si producono i nitrati.

I sali cristallini, che spesso si vedono in forma di efflorescenze sulle mura delle stalle e su quelle delle case abitate, e propriamente sulle pareti inumidite dai fluidi provenienti dalle latrine, sono dei veri nitrati; ordinariamente essi si compongono di nitrato di calce che è un sale il quale attirando l'acqua dall'aria umida va in deliquescenza e cagiona per la sua presenza una permanente umidità nelle mura.

Una gran quantità del nitro serviente alla fabbricazione della polvere da guerra in Francia si ricava a Parigi dai nitrati che si formano nella parte inferiore delle case, la quale si trova in perenne contatto coi fluidi delle strade. L'acido nitrico disciogliendo a poco a poco la calce delle mura, queste perdono la loro solidità e la loro adesione, e perciò a siffatta formazione di nitro tanto pregiudizievole alle mura si è dato il nome di corrusione delle mura (*Mauerfrass*). Nelle Indie, ove l'aria è più calda e più umida, il disfacimento delle sostanze animali si opera con assai più di prontezza, e vi si produce una quantità relativamente molto più grande di nitrati, e ciò dal perchè in quel clima la quantità di ammoniaca che si sottrae alla lenta combustione è minore.

Le nostre cognizioni intorno al modo come comportansi le materie mentre soggiacciono alla eremacausia, non saranno adesso difficili ad applicarsi alla fabbricazione della birra e del vino. La proprietà della birra e del vino di convertirsi in aceto al contatto dell'aria, poggia sempre sulla presenza di sostanze eterogenee delle quali la capacità a ricevere ossigeno si trasmette alle particelle di spirito di vino con cui trovansi a contatto; rimuovendole si toglie al vino ed alla birra ogni capacità d'inacidirsi.

Nel succo delle uve povero di zucchero, terminata che sia la fermentazione e scomposto che siasi in acido carbonico e spirito di vino lo zucchero contenutovi, rimane una quantità considerevole di parti costituenti che contengono azoto e serbano le proprietà stesse che nel succo avevano prima della fermentazione. Nel succo delle uve delle zone meridionali ricco di zucchero vi ha luogo la relazione inversa, rimanendovi non iscomposta una quantità di zucchero dopo che la intera sostanza contenente azoto si è separata totalmente nella feccia in istato insolubile. Questi ultimi vini si alterano pochissimo all'aria; di essi acidificansi i soli vini rossi, dei quali facilmente la materia colorante soffre alterazioni e fa al contatto dell'aria le veci delle parti costituenti che contengono azoto.

Le parti costituenti del succo delle uve, che contengono azoto e che rimangono dopo la fermentazione, sono i sopra menzionati eccitatori della fermentazione dello zucchero; dopo che questo è stato rimosso, esse esercitano sull'alcool la stessa influenza che vi esercita il legno nello stato di eremacausia, eccitando e menando ad effetto il processo di acidificazione ch'è già cominciato.

L'affinità di siffatte sostanze per l'ossigeno è grandissima;

nel breve tempo impiegato a travasare il vino da una botte all'altra, esse traggono ossigeno dall'aria e fan sì che il vino passi allo stato di acidificazione, la quale incessantemente progredisce se l'arte non vi rimedia a tempo. Egli è noto che ciò ottiensi mercè dello zolfo. Nella botte destinata a ricevere il vino si abbrucia della sfaldatura di legno coperta da uno strato di solfo; l'aria contenutavi perde perciò il suo ossigeno, si forma una quantità di acido solforoso eguale al volume di esso, ed il gas così formato viene con celerità assorbito dalla superficie umida della botte. L'acido solforoso ha per l'ossigeno un'affinità più grande di quella che l'abbiano le sostanze contenute nel vino e che eccitano la sua acetificazione; e mentre dalla superficie interna della botte esso diffondesi a poco a poco al vino travasato, spogliando quelle sostanze ed il liquido stesso interamente dell'ossigeno preso dall'aria, il vino ritorna allo stato in cui trovavasi prima di essersi imbottato. L'acido solforoso trovasi nel vino convertito in acido solforico.

Durante il tempo che il vino posa, ha luogo a traverso le pareti legnose delle botti un continuato, benchè lento, scambio di aria, ovvero, ciò ch'è lo stesso, il vino trovasi senza interruzione in contatto con una piccolissima quantità di ossigeno; onde avviene che, dopo un certo tempo, la intera quantità della sostanza eccitante l'acidificazione nel vino, si separa in forma di feccia ordinaria (*Unterhefe* dei tedeschi).

Il segregarsi della feccia del vino e del lievito della birra, durante la fermentazione del succo delle uve o del decotto di malto taltito, si opera dietro un assorbimento di ossigeno, ovvero, ciò che vale lo stesso, in virtù di un processo di ossidazione che avviene nell'interno del fluido che fermenta. La parte costituente dell'orzo che contiene azoto è per sè stessa insolubile nell'acqua; nella preparazione del malto, mentre germoglia il grano, essa vi diventa solubile, ed acquista le stesse qualità che sin da principio ha la parte costituente del succo delle uve che contiene azoto.

Assorbendo ossigeno, entrambe perdono la loro solubilità nel vino o nella birra. Secondo le migliori analisi a tal uopo eseguite, la feccia del vino e il lievito della birra sono assai più ricchi di ossigeno che le materie contenenti azoto, dalle quali essi traggono la loro origine.

Sintanto che si trovano ancora nel liquido particelle di zucchero in fermentazione accanto a queste materie azotate, egli è il liquido stesso che, scomponendo l'acqua o una piccola porzione di

zucchero, somministra l'ossigeno necessario a convertirle in feccia e in lievito. Siffatto processo di ossidazione nell' interno del liquido, che ne determina la separazione, trova il suo limite tosto ch' è sparito lo zucchero; ma si rinnova se il liquido, aggiungendovi altro zucchero, è rimesso nella condizione in cui può novellamente fermentare; di più avrà luogo di bel nuovo se la superficie del fluido si lascia al contatto dell'aria: in questo ultimo caso la separazione di esse si opera a scapito dell'ossigeno dell'aria e quindi dietro un processo di eremacausia.

Pocanzi abbiam detto, che trovandosi queste materie contenenti azoto accanto all'alcool, ed avendovi l'aria sufficiente accesso, viene da ciò determinata la trasformazione dell'alcool in acido acetico; la diversa affinità che han per l'ossigeno è la sola cagione che nel posarsi del vino, ove l'accesso dell'aria è assai scarso, se ne ossidi soltanto la parte costituente che contiene azoto e non già nel tempo stesso ancora l'alcool; in vasi aperti il vino si sarebbe in questo caso convertito in aceto.

Chiaramente risulta da quanto abbiamo esposto che, trovandosi per avventura a nostra disposizione un mezzo onde impedire l'ossidazione dell'alcool, ovvero il suo passaggio in acido acetico, quantunque esposto al libero accesso dell' aria o dell' ossigeno, noi con tal mezzo saremmo in istato di dare al vino ed alla birra una illimitata durata, perfezionandoli esattamente in brevissimo tempo. Poichè sotto tali circostanze tutte le materie che producono l'acidità del vino e della birra combinerebbonsi coll'ossigeno, separandosi in istato insolubile. Mercè la rimozione di esse l'alcool perderebbe affatto la facoltà di ricevere ossigeno.

L'arte sperimentale rinvenne un tal mezzo in una bassa temperatura, e quindi si è formato, particolarmente in Baviera, un metodo di fermentazione a cui la più perfetta teorica difficilmente avrebbe potuto condurre in modo più semplice, più sicuro e più soddisfacente al principi della scienza.

La trasformazione dell'alcool in acido acetico, mercè il contatto di una sostanza in eremacausia, succede nel più breve tempo alla temperatura di 35 gradi; al di sotto di questa l'affinità dell'alcool per l'ossigeno diminuisce; alla temperatura di 8 in 10 gradi (del termometro centigrado) non ha più luogo veruna combinazione sotto tali circostanze; intanto la tendenza delle materie contenenti azoto di assorbire ossigeno non è molto sensibilmente indebolita a siffatta bassa temperatura.

Egli è perciò chiaro, che se il decotto del malto tallito, come appunto nella fabbricazione della birra si pratica in Baviera, si abbandona alla fermentazione in larghi vasi aperti che concedono libero accesso all'ossigeno, e propriamente in un luogo la cui temperatura non oltrepassa 8 o 10 gradi, vi si verifica ad un tempo nell'interno ed alla superficie del liquido una separazione delle sostanze che cagionano l'acidità. Il chiarificarsi della birra è il segno da cui si conosce, che non vi ha più veruna consecutiva separazione, che queste materie siensi rimosse, e con esse le cagioni dell'acidità. La perfetta segregazione delle medesime, conforme alla teorica, dipende dalla esperienza e dall'abilità del birraio; essa, come facilmente si può intendere, riesce soltanto in alcuni casi; sempre però applicando questo metodo di fermentazione, si avrà una birra che per durata e per bontà supera di gran lunga l'ordinaria.

Manifesta è l'alta importanza dell'applicazione di questi principî ad una più ragionata preparazione del vino, nè può in alcun modo esser contrastata; la cognizione imperfetta o la ignoranza dei medesimi è indubitatamente la cagione per cui siffatto metodo di fermentazione non abbia già da lungo tempo procurato all'arte di preparare i vini i grandi vantaggi che se ne debbono aspettare; poichè il vino preparato secondo il medesimo metodo starà al vino ordinario come una buona birra di Baviera sta alla birra ordinaria, benchè alla preparazione tanto dell'una che dell'altra abbia servito la quantità stessa di *malto* e di luppoli. Il vino deve necessariamente in tal modo acquistare la stessa maturità e bontà, che altrimenti non acquista se non dopo molti anni di conservazione. Riflettendo, che la preparazione del vino succede nel finire di ottobre, perciò appunto nella stagione fresca tanto favorevole alla fermentazione della birra; che per essa non richiedonsi altre condizioni fuorchè una cantina ben fresca e vasi larghi ed aperti, e che il pericolo dell'acidità è ad ogni circostanza molto minore nel vino che nella birra, potrassi con ogni certezza contare sopra un buon successo (1).

(1) Uno dei più intelligenti economisti rurali e produttori di vino del Gran Ducato di Baden, il Barone di Babo, mi scrisse in aprile 1843 quanto siegue. « Intorno al trattamento del mio vino rosso nel passato autunno, secondo il metodo di fermentazione bavarese, posso annunziarle, ch'ebbe di nuovo un ottimo successo. I nostri pratici coltivatori di viti non possono di ciò persuadersi, quantunque sia chiaro, che siffatto procedere, il quale

E però fa mestieri che non si dimentichi come il vino dopo la fermentazione ritenga una quantità molto minore di materie azotate in rapporto a quelle che rimangono nel decotto di malto tallito: come altresì che a renderlo affatto scevro da esse vi sia bisogno di un accesso di aria più limitato.

Affatto contraria a questi principi si fa succedere, nelle vicinanze del Reno ed altrove, la fermentazione del vino non in cantine fresche, ma bensì in locali aperti, non bastantemente profondi e perciò troppo caldi, ed intercettasi ogni accesso all' aria, durante la fermentazione, per mezzo di canne di latta le quali mercè dell' acqua sono ermeticamente chiuse. In ogni caso queste canne son perciò di nocumento alla qualità del vino, e non si debbono considerare se non qual' invenzione inutile e senza scopo di qualche testa oziosa, che si imita senza rendersene ragione alcuna.

---

offre tanti utili e riconosciuti risultamenti per la birra, debba offrire indubitatamente gli stessi vantaggi pel vino ». Una pruova che il signor di Babo fece nell' autunno 1841 sul vino riuscì egualmente bene e particolarmente nel colore. Doveva temersi che la fermentazione del vino rosso potesse per avventura trovare qualche ostacolo a riuscire, ma dopo questi felici risultamenti io tengo siffatto metodo capace della più generale applicazione. Dagli esperimenti in grande che furono nel 1846 eseguiti sull' Johannisberg sotto la direzione dell' esperto canovaio Heckler con del mosto di vino in sei botti, ognuna della capacità di 1200 bottiglie, che gentilmente dal Principe Metternich mi fu posto a disposizione, si è ricavato, che l' accesso dell' aria durante la fermentazione esercita positivamente una benefica influenza sulle qualità del vino. I buchi di ciascuna di quelle botti furono allargati in forma quadrata e di questa i lati si estendevano insino a 12 pollici, ma dipoi si è trovato esser sufficiente che l' apertura fosse ristretta fino a 6 pollici di lato, ed anche che fosse coperta di un pezzo di tela grossolana da imballare. Il vino fermentato in questa maniera possedeva sensibilmente migliori qualità di quello fermentato nelle botti fornite di tubi e senza l' accesso dell' aria. Risultamenti del tutto simili ottenne il sig. Dott. Crasso, facendo fermentare il mosto in botti piccole alzate, dalle quali si erano tolte le parti piane opposte al fondo, che servivano di coperchio durante la fermentazione (v. *Annalen der Chemie und Physik* p. 360). In altri esperimenti in cui si fece fermentare del vino bianco in tine aperte, il vino perdette del suo sapore e divenne fiacco.

LETTERA XX.

La proprietà delle materie organiche di passare alla eremacausia ed alla putrefazione al contatto con l'aria, e di eccitare in conseguenza di questo stato la fermentazione e la eremacausia in altre sostanze, viene in tutte, senza eccezione, distrutta mercè la temperatura dell'acqua bollente. Questa è certamente la più convincente pruova, che il facile alterarsi di siffatte materie dipende da un certo modo di ordinamento del loro atomi. Basta ricordarsi della coagulazione dell'albume mercè il calore, onde convincersi, come operi quì il calore. La maggior parte dei così detti eccitatori della fermentazione hanno una composizione simile a quella dell'albume, ed in temperature più elevate assumono uno stato novello.

Lasciando delle mandorle dolci sbucciate per soli pochi istanti nell'acqua bollente, la loro azione sull'amiddalina è totalmente distrutta. Nel latte di mandorle riscaldato al punto di ebollizione essa sciogliesi senza veruna alterazione. Il malto bollito ha perduto ogni sua proprietà di convertire l'amido in zucchero. Una soluzione di lievito di birra converte lo zucchero di canna in zucchero di uva quasi nell'istante medesimo in cui con esso vien posta in contatto; ed il succo di patate affette di malattia, nel quale la sostanza cellulosa dei bulbi sani si disgrega e diventa solubile, perde totalmente queste proprietà, quando esse vengono riscaldate infino al punto di ebollizione.

Dopo due o tre giorni il latte fresco animale si coagula in quella massa gelatinosa che ognuno conosce. Facendolo però riscaldare in ogni giorno insino al suo punto di ebollizione, conservasi per un tempo illimitato. Nel modo stesso comportasi il succo delle uve tanto alterabile, o qualunque altro liquido capace di fermentare: al punto di ebollizione cessa ogni loro fermentazione; onde a far fermentare nel più breve tempo l'estratto bollito del malto, è necessario aggiugnervi del lievito, ovvero una sostanza già passata allo stato di scomposizione.

Facilmente vi convincerete, che se in una sostanza capace di passare in putrefazione, in fermentazione ed in eremacausia, venga distrutto, mercè una più elevata temperatura, lo stato particolare a cui passò pel contatto con l'aria per quanto momentaneo esso sia stato, e dipoi siasi escluso l'ossigeno, che è la prima ed unica causa a far nascere ed a ripristinare questo stato, la sostanza stessa dovrà conservare per tempi illimitati quel suo carattere come altresì le proprietà tutte che acquistò mercè l'ebollizione. La materia per sè stessa non ha affatto la facoltà di muoversi; senza che una cagione esterna operi sugli atomi, nessuno di questi cambia sito, nessuno soffre alterazione alcuna nelle sue proprietà.

Riempiasi di succo di uva un fiasco e chiudasi questo ermeticamente, e poscia depongasi il medesimo per alcune ore, o per tanto tempo nell'acqua bollente, sin che abbia acquistato il calore dell'ebollizione; la piccola quantità di ossigeno ch'era rimasta rinchiusa coll'aria nel fiasco viene assorbita durante la ebollizione dalle parti costituenti il succo, e con ciò vien rimossa la cagione di ogni consecutivo disturbo: il succo cessa di fermentare, rimane dolce, e conserva questo stato sin che venga aperto il fiasco ed il succo posto nuovamente al contatto dell'aria. Da questo momento ricomincia la stessa alterazione che soffre il succo fresco; poche ore dopo esso si ritrova in piena fermentazione, la quale mediante la ebollizione può essere interrotta e sospesa parimenti come prima.

Queste esperienze, che hanno un eguale valore per tutte le materie organiche, senza alcuna eccezione, menarono alle più belle applicazioni. Mentre altre volte nei lunghi viaggi marittimi l'equipaggio ed i viaggiatori erano limitati ai soli cibi salati e fumicati, molto ne soffriva la loro salute, di tal che migliaia di uomini perdevano allora la vita per la semplice mancanza di cibi freschi assolutamente indispensabili nelle malattie; ora però tutti questi incomodi e pericoli vanno divenendo sempre più rari. Ed è questo al certo uno dei più grandi benefici che la scienza abbia fatto alla vita per mezzo di Gay-Lussac.

In Leith vicino Edimburgo, in Aberdeen, in Bordò e Marsiglia, ed anche in Germania, si sono aperte vastissime case cucinarie, nelle quali si preparano, con ogni pulitezza, zuppe, legumi, cibi di carne di ogni sorta, e si spediscono a qualunque distanza. I cibi preparati rinchiudonsi in scatole di latta, di cui saldasi quindi ermeticamente il coperchio e si espongono alla tem-

peratura dell' acqua bollente in un forno a ciò adattato. Se questa temperie di calore ha penetrata la massa rinchiusa sino al centro (ciocchè, bollendo le scatole nell'acqua, richiede sempre da tre in quattro ore di tempo) si può quasi dire che questi cibi abbiano una eterna durata. Aprendo dopo anni le scatole, il contenuto appare tal quale era al momento in cui vi fu rinchiuso; il calore delle carni e dei legumi, il loro sapore e l'odore non sono punto alterati. Questo prezioso metodo di conservazione fu introdotto presso molte famiglie di questa contrada, in Francoforte e Darmstadt, e procurò alle donne di casa il mezzo di abbellire nell'inverno la tavola con gli erbaggi più rari della primavera e dell'estate, non che di vivande di carne e di altri cibi che si possono avere soltanto in certe stagioni dell'anno. Grandissima importanza acquisterà questo procedere particolarmente per le provvigioni de' viveri che si conservano nelle fortezze, giacchè la perdita cagionata dalla vendita delle vecchie provvigioni e dalla compra delle nuove, propriamente di carni (presciutti ec.), supera di gran lunga il valore delle scatole, le quali inoltre diligentemente nettate, possono ancora servire ripetute volte.

Comparando i fenomeni che osserviamo nella putrefazione e nella fermentazione coi processi che il vivo corpo animale ci mette dinanzi, troviamo esser cosa molto probabile, che una quantità di effetti i quali ordinariamente si ascrivono all'attività di talune singole potenze vitali, dipendano dalla causa medesima, su cui sono poggiate la putrefazione e la fermentazione. Già da secoli i naturalisti ed i medici hanno osservati ed esposti cosiffatti rapporti, e molti medici, in opposizione di quanto abbiamo detto, ritengono ancora talune proprietà o manifestazioni vitali come le cause della putrefazione e della fermentazione.

Noi abbiamo di già fatta menzione del come le parti che costituiscono la massa principale del corpo animale, cioè l'albumina, la fibrina, le membrane e le tuniche, non escluso il caseo, esercitano nello stato di putrefazione sopra moltissime materie una certa influenza di cui il segno visibile è un tramutamento della sostanza che si è posta al loro contatto: sappiamo inoltre per fermo, come i prodotti derivanti da queste sostanze non sono sempre gli stessi, ma che invece essi variano a misura che varia lo stato di decomposizione dell'eccitatore della fermentazione.

Ma poichè un cambiamento nel modo in cui son disposte e collocate le particelle elementari delle sostanze animali è capace

di esercitare *fuori del corpo* una ben determinata influenza sopra moltissime sostanze organiche, nell'atto che queste poste in contatto con esse si decompongono e dai loro elementi vengono formati altri composti; se si considera, che tra le materie fermentabili si ritrovano pure *tutte le sostanze che formano parte degli alimenti degli uomini e degli animali*, non si potrà più rivocare in dubbio come la causa stessa che produce questi effetti fuori del corpo sia uno dei più efficaci agenti nel processo vitale, nè che essa manchi dal partecipare potentemente alle trasformazioni che gli alimenti ricevono nel divenire adipe o parti costituenti degli organi; come altresì alla formazione delle secrezioni, a quella del latte e dell'urina. Noi sappiamo operarsi ad ogni istante un tramutamento in tutte le parti del corpo animale vivo; sappiamo che particelle vive del corpo si segregano e che le parti di cui esse sono formate, come l'albumina, la fibrina, la membrana, o qualunque altro sia il loro nome, si coordinano in nuovi prodotti, per una nuova aggregazione de' loro elementi; e perciò dietro le nostre esperienze dobbiamo premettere che a cosiffatto cambiamento di proprietà, avvenuto in tutti i punti ove esso a misura della sua energia e della direzione presa si manifesta, venga a corrispondere un altro consimile cambiamento che si effettua nella composizione e nelle proprietà di tutte le parti costituenti del sangue e degli alimenti, le quali da quel primo cambiamento si ritrovano affette. Quindi la metamorfosi della materia è la principal causa delle modificazioni a cui sono soggetti gli alimenti, ed è la condizione essenziale del processo di nutrizione. Qualunque cambiamento che per malattia avviene nel processo della trasformazione di un organo, di una glandula o di una parte della medesima, fa sì che si alteri pure l'azione di questo organo sul sangue che gli vien somministrato, o sulla qualità della secrezione. L'effetto di un gran numero di medicamenti è poggiato sulla parte attiva che essi prendono alla trasformazione della materia, e sulla influenza che in molti casi esercitano sopra la qualità del sangue, modificando, accelerando, rallentando, o paralizzando l'efficacia e la direzione della forza attiva nell'organo.

La conoscenza esatta della maniera con cui la putrefazione incomincia e si propaga negli atomi organici ci somministra in ultimo i mezzi a poter spiegare in modo semplice la natura di molti contagi e miasmi; la dimanda relativa a tale oggetto si riduce alla seguente:

Esistono ovvero no dei fatti che provano come taluni stati di trasmutamento o di putrefazione di una materia si propagano sulle parti o sugli elementi del corpo vivo dell'animale, di modo che pel contatto del corpo in putrefazione viene indotto in queste parti uno stato eguale o simile a quello in cui si ritrovano le particelle del corpo putrescente? A questa dimanda non si può rispondere negativamente.

Egli è un fatto ben conosciuto che spesse volte i cadaveri nei teatri anatomici passano ad uno stato di decomposizione che si comunica al sangue nel corpo vivente; una benchè lieve ferita prodotta dai coltelli che sono stati adoperati nella sezione è capace di produrre uno stato che minaccia la vita (1). Al fatto osservato da Magendie, che dal sangue, dalla sostanza cerebrale, dalla bile, dalla marcia, ec., qualora una di queste sostanze si trovi in atto di putrefazione e venga applicata ad una ferita recente, siano prodotti, il vomito, la spossatezza, e dopo un tempo più o meno lungo la morte, non ancora si è fatta opposizione.

Non meno conosciuto è ancora il fatto, che l'uso di molti alimenti, come la carne, il prosciutto, le salsicce, quando si ritrovano in un certo stato di decomposizione, cagionano spesso malattie gravissime ed anche mortali (2).

(1) Molti casi vi ha, in cui delle persone hanno avuto la disavventura di rimaner vittime di un simile avvelenamento; così non ha guari il Dott. Kolletschka in Vienna, ed il Dott. Bender in Francoforte sul Meno.

(2) L'influenza che lo stato in cui si trovano le sostanze alimentari esercita sull'organismo umano si manifesta più segnatamente allorchè il colera asiatico nei mesi di està invade i paesi caldi. L'azione dell'ossigeno dell'aria sopra talune sostanze organiche, p. e. animali morti e molti vegetabili che contengono dell'azoto, si scorge allora chiaramente. Tutti al certo si ricordano ancora in quanto cattivo concetto si tenevano qui in Napoli nel tempo dell'ultimo colera i pesci e le piante di cui si preparano le minestre. Poche ore dopo che il pesce era tolto dall'acqua, la corruzione ne aveva di già invasa la intera massa, e ciò avveniva in così breve tempo che il volgo credeva dover ascrivere questo fenomeno alla malattia dominante ritenendo che avesse percossi anche gli abitanti del mare.

Il pesce vivo è soggetto nell'acqua ad una pressione maggiore di quella che soffre esposto all'aria; e ciò perchè quando esso è nell'acqua non solo è sottoposto alla pressione di questa ma bensì all'altra dell'atmosfera. Laonde allorchè come corpo morto si trova esposto all'aria, ne avviene, sia per la diminuita pressione, sia perchè mancando la forza vitale, le parti molli ed umide si rilasciano, che i pori si vengono a dilatare, e le dette sue

Questi fatti ci provano che una sostanza animale allo stato di decomposizione è capace d'ingenerare un processo anormale nel corpo di un individuo sano. Or siccome sotto la denominazione di produzioni morbose altro non si può intendere, se non le parti o le particelle costituenti del corpo vivente che si ritrovano in atto di tramutamento delle proprie forme e qualità, tramutamento che non si effettua come nello stato normale, egli è chiaro che la mercè di queste materie, fino a tanto che il detto stato perdura, la malattia si può ben comunicare da un individuo ad uno o più altri.

Laonde considerando, che tutte le sostanze le quali distruggono il potere propagativo de'contagi e dei miasmi sono nel tempo stesso dei mezzi per arrestare i processi della putrefazione e della fermentazione; che mercè la influenza delle sostanze empireumatiche (potenti ostacoli alla putrefazione, come p. e. l'aceto di legno), il processo morboso delle ferite che marciscono con caratteri maligni vien del tutto riformato; che in moltissime malattie contagiose, e propriamente nel tifo, si rinvenne nell'aria respi-

parti vanno immediatamente soggette alla evaporazione spontanea ed alla azione dell'ossigeno. Or da questi ultimi fatti s'ingenera un movimento in quelle delle sue particelle che stanno immediatamente al contatto dell'aria; e questo movimento si propaga nell'intera massa del pesce con una celerità tanto maggiore quanto più l'aria si trova calda. E però detto movimento altro non è se non il cominciare del processo dissolutivo nelle parti costituenti del corpo, le quali tendono con ciò a liberarsi dai vincoli di quelle forme che in esso si trovavano di aver prese sotto l'impero della forza vitale, per tornare a risolversi in elementi più semplici. Lo stato d'incipiente putrefazione, che sfugge alla sensibilità dell'istesso odorato, basta delle volte a produrre degli effetti funesti, quando un corpo di tal fatta in forma di alimento s'introduce nell'organismo umano. Di tanti esempi che provano ciò che noi abbiamo esposto prescegliamo quello che ingenerò la morte di un eminentissimo personaggio in Capua, città che dista da Napoli non più di 16 miglia e congiunta a questa Capitale da una ferrovia. All'epoca dell'ultimo colera, un amico residente in Napoli aveva spedito in dono per la ferrovia a quel personaggio un ragno (perca punctata, conosciuta a Napoli col nome di *spinola*) di singolar bellezza. Il carattere del donatore e quello del personaggio che ricevette il dono ci fanno con ragione ammettere che l'oggetto donato non mostrasse alcun indizio sensibile di corruzione. Quel pesce fu subito apparecchiato ed imbandito. Poche ore dopo che quel personaggio ebbe mangiato di quel cibo fu colpito da un colera fulminante di cui malauguratamente rimase vittima. A tutte le persone di servizio che si erano cibate di quel pesce, come pure al gatto, toccò la stessa sorte del loro padrone. — *Trad.*

rata dagli ammalati l'ammoniaca in istato libero, e nell'urina e nelle fecce in istato di combinazione (come fosfato di magnesia e di calce), sembra impossibile che si possano ancora avere dei dubbî sul modo con cui moltissime malattie contagiose nascono e si propagano.

» Si è fatta generalmente la esperienza, che l'origine delle malattie epidemiche rimonti spesse volte alla putrefazione di grandi quantità di sostanze animali e vegetali. Le malattie cagionate da miasmi sono epidemiche nei luoghi ove si opera continuatamente una decomposizione di sostanze organiche, come nelle contrade paludose ed umide; esse si sviluppano per le circostanze medesime in altri luoghi dopo gli alluvioni, e di frequente nei luoghi dove l'aria non gioca ed in cui un gran numero di uomini si ritrovano affollati, come sui bastimenti, nelle carceri, e nelle piazze assediate. Nè si può mai con maggior certezza predire il nascimento di malattie epidemiche, se non quando una contrada paludosa si è disseccata pel continuo calore, o dopo un'alluvione molto estesa allorchè si verifica un calore assai forte ». (Henle *Untersuchungen* pag. 52 e 57).

Giustamente conchiuderemo dunque, ed in ciò non facciamo altro che conformarci alle regole di una sana investigazione della natura, che in tutti i casi in cui un processo di putrefazione precede lo sviluppo di una malattia, o in quelli in cui questa può venir propagata mercè de' prodotti morbiferi solidi, liquidi, o aeriformi, e quando non si rinviene altra causa più prossima che le abbia dato origine, si debbono considerare come tali i corpi o le materie che si trovano in atto di decomposizione e ciò avendo riguardo allo stato appunto in cui essi sono.

È cosa da gran tempo conosciuta da tutt'i medici istruiti e diligenti che la differenza tra gli alimenti buoni cioè sani e gli alimenti cattivi, che sono considerati come cause di molte malattie, non consiste nella natura stessa dell'alimento, ma bensì nello stato in cui questo si ritrova, e che nella carne p. e. spesso vi si rinviene per lo stato morboso dell'animale, da cui è stata presa. Essi conoscono altresì come gli effetti utili e benefici che una ventilazione adequata produce per la sana conservazione della salute, si possano pure ottenere p. e. nelle camere degli ammalati mercè la evaporazione di una piccola quantità di acido nitrico (non di cloro, che nella maggior parte dei casi ingenera effetti nocivi), o in taluni locali bruciando un poco di solfo; mercè materie, cioè, del-

le quali sappiamo che o distruggono i gas nocivi, o annientano lo stato di tramutamento in cui questi si trovassero.

LETTERA XXI.

Sulla causa dei fenomeni tanto singolari che si presentano dietro la morte delle piante e degli animali, e che hanno per effetto quello di ridurre le parti costituenti di questi in combinazioni minerali e di farle scomparire dalla superficie del suolo, molti naturalisti e propriamente taluni fisiologi e medici si hanno creata una strana opinione la quale meriterebbe appena di essere accennata se per avventura non potesse servire di fondamento a una teorica intieramente erronea sulle funzioni vitali in generale, e segnatamente a quella di certi stati patologici e della causa di talune malattie.

Or questi naturalisti ritengono la fermentazione, ossia il passaggio degli atomi più complessi in combinazioni più semplici, come effetto delle vitali manifestazioni di esseri *vegetabili*, e la putrefazione, od il medesimo processo nelle sostanze animali, come effetto dello sviluppo o della presenza di esseri *animali*. E però qual conseguenza semplicissima di cosiffatto modo di vedere essi ritengono che l'origine delle malattie contagiose o di quelle prodotte da miasmi, in quanto che vi si verifica l'esistenza di processi di putrefazione, si dovesse ascrivere a quelle medesime o a delle simili cagioni.

I fondamenti più sodi e più importanti di cosiffatta teoria della fermentazione si fanno risalire alle osservazioni fatte sul fermentare dell'alcool, e sui caratteri della feccia del vino e del lievito della birra. I botanici fisiologi, esaminando col microscopio la feccia del vino ed il lievito della birra, hanno trovato consistere l'una e l'altro in piccoli globetti spesso riuniti a guisa di un filo di perla, i quali posseggono tutte le proprietà delle cellule vegetali viventi, e molto somigliano a certe piante inferiori, funghi,

o alghe. Nei conosciuti succhi vegetali in fermentazione si osservano dopo alcuni giorni piccoli punti che vanno ingrossandosi dal di dentro al di fuori, e vi si distingue una parte interna granulata rivestita da un involucro trasparente.

Accordandosi alle predette osservazioni, l'analisi chimica dimostra come la parete cellulare dei globetti del lievito si compone di una materia non azotata, che ha la stessa composizione della cellulosa, e che rimane insolubile quando il lievito preliminarmente lavato coll' acqua sia trattato con un debole alcali caustico. Il liquido alcalino si carica allora di una materia che contiene tutto l' azoto dei globetti del lievito, e che ha quasi tutti i caratteri chimici e la composizione del glutine dei cereali, dal quale differisce poco e solamente per la proporzione dell' ossigeno. Abbruciata questa materia lascia ceneri affatto identiche a quelle del glutine dei cereali.

Noi abbiamo di già fatto notare come nel decotto di malto tallito che fermenta, la formazione e la separazione delle cellule del lievito procedono di pari passo con l' ingenerarsi e lo svolgersi dell'alcool e dell' acido carbonico. Quando lo zucchero è decomposto non si produce più lievito; questo contiene allora la parte azotata del malto o dell' orzo, di maniera che nel liquido contenente ancora una certa quantità di zucchero, dopo la fermentazione si trovano solamente tracce della materia azotata, le quali in esso liquido rimangono disciolte.

Il comparire contemporaneamente delle cellule del lievito e dei prodotti di decomposizioni dello zucchero è il principale argomento sopra il quale si è tentato di fondare la credenza che la fermentazione dello zucchero sia l'effetto di un atto vitale, la conseguenza dello sviluppo, del crescere e del moltiplicarsi di questi vegetali inferiori.

Se col nome di attività vitale si voglia intendere la proprietà che posseggono le semenze e i germi di prendere dal di fuori e di assimilare certe sostanze la mercè di cause attive che operano in essi la formazione delle cellule del lievito, nel decotto di malto tallito che fermenta dimostra senza alcun dubbio l'esistenza di una attività vitale. È cosa molto probabile che da una quantità di zucchero si formi la parete cellulare, la quale consiste in un composto che non si presenta mai in forma cristallina e che nella serie delle combinazioni organiche tiene un grado superiore a quello dello zucchero; come ancora che dal glutine del malto si produca

la sostanza che si ritrova nell'interno delle cellule, la quale tra le altre parti di cui si compone contiene delle sporule o dei germi che condizionano la fermentazione e lo sviluppo di nuove cellule nel decotto fresco di malto tallito.

Ma se lo sviluppo e il rapido e moltiplice propagarsi delle dette produzioni vegetali fossero veramente la causa della fermentazione, sarebbe mestieri di ammettere che le condizioni per la loro formazione si ritrovino riunite ogni qualvolta c'imbattiamo negli stessi effetti, che esiste cioè sempre del zucchero dal quale si possa formare l'involucro delle cellule, e del glutine da cui si formino egualmente le parti interne in esse contenute.

E però quello che vi ha di più notevole nei fenomeni della fermentazione e che importa sopra tutto di spiegare, si è che le cellule del lievito interamente sviluppate effettuano la trasformazione dello zucchero di canna puro in zucchero di uva e la separazione di quest'ultimo in un volume di acido carbonico ed un altro di vapore alcoolico, come altresì che la somma di questi elementi si ottiene intera in questi prodotti, poichè tre libbre di lievito (supposto secco) decompongono due cantaia di zucchero; si effettua dunque un'azione potentissima senza verificarsi alcun consumo di materia perchè s'ingenerasse una funzione vitale per la formazione delle cellule. Se la proprietà di eccitare la fermentazione fosse determinata dallo sviluppo, dalla propagazione e dalla moltiplicazione delle cellule del lievito, non si potrebbe al certo effettuare la fermentazione nell'acqua zuccherata pura, a cui manca l'altra condizione essenziale alla manifestazione di questa attività vitale, cioè la sostanza azotata necessaria alla produzione del contenuto cellulare.

L'esperienza dimostra che in quest'ultimo caso le cellule del lievito producono la fermentazione, non perchè esse continuino a svilupparsi, ma bensì per effetto del cambiamento cui soggiace la parte azotata contenuta nelle cellule la quale si decompone in ammoniaca ed in altri prodotti; valo a dire per effetto di una decomposizione chimica ch'è l'opposto di un atto plastico dell'organismo, poichè il lievito, posto in contatto a più riprese con nuov'acqua zuccherata, perde a poco a poco la facoltà di eccitare la fermentazione, e finalmente di esso altro non viene a rimanere nel liquido se non gl'involucri o le pareti cellulari che son prive di azoto.

Da ciò conchiudiamo che non si deve attribuire ad un pro-

cesso di vegetazione la causa del disgregamento delle particelle costituenti lo zucchero, giacchè questo fenomeno ha luogo senza che le cellule del lievito si riproducono come esseri vegetabili, ma in condizioni che distruggano in esse cellule la facoltà di propagarsi e di moltiplicarsi. Egli è manifesto che siffatta causa è dovuta all'esistenza di un'attività che perdura quando anche le condizioni della formazione delle cellule si trovino escluse.

Se inoltre si considera, che l'effetto del lievito non si limita solo allo zucchero, ma che si estende ancora ad altre materie di composizioni molto differenti da questo, le quali pel loro contatto col lievito provano una decomposizione simile a quella dello zucchero; che nell'acqua zuccherata in fermentazione l'acido concinico si converte in acido gallico, l'acido malico del malato di calce in acidi succinico, acetico e carbonico; che le membrane animali o l'albume delle mandorle dolci, sostanze cioè che per la loro composizione differiscono dal glutine, e producono nello stato di putrefazione una decomposizione eguale a quella del lievito, naturalmente se ne inferisce che l' attività propria del lievito debbasi ascrivere ad una causa più generale che non sia determinata dallo zucchero, e che la divisione dello zucchero in alcool ed acido carbonico non dipenda dalla natura costante del lievito.

Le osservazioni fatte all'oggetto dimostrano che il lievito di birra, abbandonato a sè stesso, perde prontamente la proprietà di eccitare la fermentazione alcoolica; che lo stesso avviene quando sopra una pietra lo si macina a guisa di colore insino a che ogni sua tessitura organizzata venga distrutta. Ma in questo ultimo caso esso non perde assolutamente la sua proprietà di decomporre le sostanze organiche, giacchè in questa novella forma esso acquista la virtù di convertire lo zucchero in acido lattico, idrogeno ed acido carbonico; e questi effetti vi si operano senza che venga osservato indizio alcuno di formazioni vegetali.

Dal complesso di tutti questi fatti proviene, che nè la forma organica, nè la composizione chimica delle cellule del lievito, debbansi considerare qual causa della decomposizione dello zucchero nella fermentazione alcoolica, ma che sia da ritenersi come tale unicamente lo stato particolare in cui le particelle azotate si ritrovano in esse cellule.

La fermentazione del vino e quella del decotto del maltó tallito nella fabbricazione della birra non è un fenomeno isolato e particolare, ma l'una e l'altra sono solamente singoli casi di altri

infiniti fenomeni che appartengono alla stessa classe. Fino a tanto che essa va di concerto con la formazione o con la decomposizione dei funghi, la fermentazione alcoolica si distingue in questo dalle altre fermentazioni, in cui non si osserva vegetazione alcuna, che i prodotti i quali si formano dal glutine posseggono ancora certe proprietà vitali oltre le chimiche. Il glutine, l'albumina e la caseina contenuti nei succhi vegetali eccitano la fermentazione perchè si decompongono; la loro proprietà riposa sullo stato dei cambiamenti avvenuti nella forma e nella disposizione delle loro parti elementari; alterandosi, e precipitando mercè il concorso di altre cause secondarie, acquistano la forma di un vegetale inferiore, i di cui caratteri vitali riposano sopra uno stato di transizione e spariscono al finir di questo stato. Come fungo o come alga la cellula del lievito non ha una esistenza a sè.

La fermentazione dello zucchero, considerata in particolare, non può avere una interpetrazione differente da quella che fu data da noi nelle precedenti lettere riguardo alla fermentazione in generale. Lo zucchero si decompone in alcool ed in acido carbonico quando l'equilibrio di attrazione fra i suoi elementi viene a mancare; e però siffatta mancanza è determinata da una sostanza le cui molecole si trovano in uno stato di movimento.

Tra i differenti processi del fermentare, quello della fermentazione alcoolica, come di già lo abbiamo detto, è il solo che si sia finora studiato con qualche esattezza; in esso si è osservato che nei succhi vegetali separati dall'aria la fermentazione può aver luogo, e che lo zucchero vi si può decomporre in alcool ed in acido carbonico senza che in pari tempo si formassero dei funghi (Doepping, Struve, Karsten); ma però in molti altri processi di fermentazione nulla di costante si è osservato circa la produzione di cosiffatte forme organiche. Si è dunque ben lungi dall'aver dimostrata una connessione positiva fra le proprietà vitali di questi esseri organizzati e la formazione dei prodotti della fermentazione; che anzi niuno si studiò di collegare fra essi i due fenomeni, nè di spiegare come una pianta possa determinare la decomposizione dello zucchero in alcool ed in acido carbonico. Se più attentamente si esaminassero gli argomenti sopra i quali i vitalisti fondano le loro opinioni, si crederebbe davvero che fossero ritornati i tempi dell'infanzia delle scienze naturali. Vi fu un'epoca in cui non si poteva spiegare l'origine della calce nelle ossa, dell'acido fosforico nel cervello, del ferro nel sangue, degli alcali

nelle piante, e noi non possiamo adesso comprendere in che modo questa ignoranza si potesse allora ritenere come la pruova dell'opinione che l'organismo animale possegga la proprietà di produrre, mercè la forza viva che in esso è in azione, il ferro, il fosforo, la calce, e la potassa da alimenti nei quali questi corpi non esistessero. Con una spiegazione così comoda era bene inutile il ricercare ulteriormente l'origine di tali sostanze; laonde, come era naturale, ogni investigazione ragionata da sè stessa cessò.

Questi vitalisti, per ispiegare certi processi della fermentazione e della putrefazione, si fondano solamente sopra l'esistenza degli esseri viventi che in quelle si osservano, sulla genesi dei quali tutto è oscuro, e senza farsi altra dimanda essi rannodano le loro osservazioni ai prodotti della fermentazione e della putrefazione; e poichè non sanno rinvenire altra causa che valesse a spiegarne la formazione, fanno ricorso ad una che è del tutto inammissibile.

Rispetto all' opinione, che la putrefazione delle sostanze animali sia prodotta da animali microscopici, essa può paragonarsi all' idea di un fanciullo che attribuisce il declivio delle acque del Reno ed il suo rapido corso ai molti mulini sul fiume presso Magonza, che con la forza delle loro ruote muovono l'acqua verso Bringhen.

È egli mai possibile tener per vera la esistenza di piante ed animali in quanto che essi sieno la cagione di certi effetti, attribuir loro che annientino e distruggano i corpi di piante e di animali, se essi e le loro parti costituenti vanno soggetti ai medesimi processi di distruzione?

Se il fungo è la cagione della distruzione della quercia, se l'animale microscopico è la cagione della putrefazione di un elefante morto, quale sarà quella della putrefazione del fungo stesso? qual sarà quella della putrefazione e della eremacausia dell'animale microscopico, quando l'uno e l'altro hanno cessato di vivere? Poichè anche essi fermentano, entrano in putrefazione ed in eremacausia, e spariscono ai pari dell'albero e del grande animale, dando come ultimo risultamento i medesimi prodotti!

È impossibile abbracciare questa opinione, riflettendo, che la presenza di animali microscopici nelle materie in putrefazione è del tutto casuale; che il più delle volte se ne può impedire l'apparizione, privandole della luce; che queste materie possono entrare in putrefazione ed in eremacausia senza che vi sia coopera-

zione veruna da parte dei medesimi; che in mille casi nè l'orina putrescente, nè il formaggio, nè la bile, nè il sangue presentano mai animale alcuno di questa sorta, e che in altri casi essi non appariscono se non quando la putrefazione o la fermentazione è già da lungo tempo cominciata.

Il voler far derivare la putrefazione dalla presenza di animali microscopici, sarebbe lo stesso che volere attribuire lo stato di scomposizione degli escrementi e del formaggio o agli scarafaggi, che hanno per assegnati questi escrementi onde cibarsene, o ai vermi che si rinvengono nel formaggio.

La presenza di animali microscopici che molte volte si osservano in quantità straordinarie nelle materie che si trovano in atto di eremacausia, di per sè non deve sorprendere, perchè questi animali trovano evidentemente riunite in siffatte materie le condizioni pel loro vitto e sviluppo. La loro apparizione non è più maravigliosa del prolungato passaggio dei salmoni dal mare alla volta dei fiumi, o il nascere delle piante saline nelle vicinanze delle saline. La differenza sta in ciò, che in questi ultimi casi possiamo seguitarne la traccia, mentre i germi dei funghi e le uova degl' infusori si sottraggono alla nostra osservazione a causa della estrema loro piccolezza e della vastità dell'oceano aereo in cui trovansi disseminati. Essi debbono presentarsi in tutt'i luoghi ove non trovano ostacoli che si oppongano allo sviluppo del loro germe o a quello delle uova.

Egli è certo che la loro presenza accelera oltre modo la eremacausia; la loro nutrizione fa anzi supporre che essi impieghino le parti del corpo animale morto allo sviluppo del proprio; la più celere distruzione di quello deve esserne l'immediata conseguenza. Sappiamo che da un solo individuo ne nascono molte migliaia in brevissimo tempo, e che il loro accrescimento e sviluppo è ristretto in certi limiti. Giunti che sono ad una data grandezza essi non aumentano più il proprio corpo, ma non cessano perciò di cibarsi. Ora che diviene, si può chiedere, questo cibo che più non ingrandisce il corpo? Non deve esso soffrire nel loro organismo un' alterazione simile a quella che soffre un pezzo di carne od un osso che diamo ad un cane il quale ha cessato di crescere ed il cui corpo non ne riceve più altro peso? Noi sappiamo positivamente che il cibo ha servito al cane per sostenere i processi della vita, e che nel corpo gli elementi di siffatto cibo assumono la forma di acido carbonico e di urea, la quale evacuata dal cor-

po scomponesi rapidamente in acido carbonico ed in ammoniaca. Questo cibo prova dunque nell'organismo la stessa alterazione, che proverebbe abbruciandolo secco in un forno; esso abbrucia lentamente nel corpo del cane.

Lo stesso processo ha luogo nelle sostanze animali in atto di eremacausia; esse servono di nutrimento agli animaletti microscopici, ne'corpi dei quali i loro elementi abbruciansi lentamente. Quando il loro cibo è consumato muoiono questi animaletti, ed i loro corpi soffrono la putrefazione e la eremacausia, e forse possono servire di sviluppo a nuove generazioni di altri esseri microscopici. Ma il fatto è tuttavia e sarà sempre un processo di combustione, in cui gli elementi del corpo primitivo, prima di combinarsi coll'ossigeno, divennero parti costituenti di esseri viventi ed in cui gli elementi, prima di scomporsi negli ultimi prodotti del processo di eremacausia, hanno percorsa una serie di combinazioni intermedie. Ma le parti costituenti degli animali che si combinano in quel corpo coll'ossigeno non appartengono più al corpo vivente. Durante la putrefazione propriamente detta, ovvero durante la scomposizione delle sostanze animali, che si opera in esclusione dell'ossigeno, sviluppansi dei gas (idrogeno solforato, ec.), i quali hanno un'azione venefica, e fanno anche prontamente terminare la vita degli animali microscopici. Non si rinvengono mai animali microscopici negli escrementi umani allorchè si trovano in putrefazione, mentre che gli stessi presentansi in gran quantità nei casi in cui gli escrementi passano allo stato di eremacausia.

Una savia legge della natura ha assegnato come alimento i corpi morti degli esseri organici di un'ordine più elevato al mondo degli animali microscopici; ma però è questa legge medesima che ha ristretto, creandone il mezzo in essi stessi, la perniciosa influenza che i prodotti della putrefazione e della eremacausia esercitano sulla vita degli animali di ordine superiore, al più breve tempo possibile. Le scoperte più recenti fatte a tal proposito, sono tanto maravigliose e tanto straordinarie, che meritano di esser meglio conosciute dal pubblico. Già Rumford aveva osservato che il cotone, la seta, la lana ed altri corpi organici esposti alla luce solare in un vaso pieno di acqua, davano luogo, dopo tre o quattro giorni, ad uno sviluppo di gas ossigeno puro. Coll'apparizione delle prime bolle di gas l'acqua tingesi di un colore verdiccio, e mostra sotto al microscopio una prodigiosa moltitudine di piccoli infusori di forma rotonda che danno quel colo-

re all'acqua. Nè di conferve nè di altre piante, che avrebbero potuto cagionare lo sviluppo dell'ossigeno, rinvenivasi traccia veruna.

Queste osservazioni fatte più di ottant'anni dietro furono in seguito tratte dall'obblio mercè alcune recenti scoverte. Nei serbatoi di acqua salata formasi, nelle saline di Rodenberg nell'Assia Elettorale, una massa mucillagginosa trasparente che ne copre il fondo all'altezza di uno o due pollici, frammista per ogni dove di grosse bolle di aria, le quali innalzansi in gran quantità, appena con un bastone si rompe la pellicola che le racchiude. Secondo le ricerche di Pfankuch questo gas non è altro che ossigeno, e tanto puro che un fuscellino il quale sia appena allo stato d'ignizione vi brucia con fiamma; ciò che fu confermato anche da Wöhler. Esaminando questa massa col microscopio, Wöhler la trovò composta quasi intieramente di viventi infusorî delle specie *Navicula* e *Gaillonella*, quali rinvengonsi nel tufo selcioso di Franzensbad e nelle formazioni papiracee di Freiberg. Lavata e poi disseccata, siffatta materia diede dell'ammoniaca mercè la calcinazione, lasciando una cenere bianca composta degli scheletri silicei di questi animali, che mostrarono ancora così distintamente la loro forma da esser creduti un muco fresco privo solamente di moto. Quasi contemporaneamente i signori C. ed A. Morren (*Memorie dell'Accademia di Brusselles. 1841.*) mostrarono che, mercè la cooperazione di certe condizioni organiche, sviluppasi dall'acqua un gas, il quale contiene insino a sessantuno per cento di ossigeno, e che il fenomeno stesso devesi attribuire al *Chlamidomonas pulvisculus* (Ehrenberg), nonchè a certi animaletti verdi o rossi appartenenti ad una classe anche inferiore. Ed io stesso approfittai dell'occasione che mi offrì l'acqua di una vasca del mio giardino, colorita in verde da varie specie d'infusorî, per convincermi della verità di questi notabili fatti. Dopo di aver fatta passare quest'acqua a traverso di uno staccio molto fino per separarne tutte le conferve o altre materie vegetabili, ne riempii un bicchiere a calice, lo capovolsi, affinchè la sua apertura dall'acqua stessa venisse chiusa ermeticamente, e lo esposi quindi ai raggi solari. Dopo due settimane si erano già raccolti nel bicchiere più di 30 pollici cubi di gas ossigeno puro, ed a segno che un fuscello appena con una punta incandescente vi s'infiammò all'istante.

Senza arrischiare una conclusione qualunque sul modo in cui questi infusorî si nutriscono, certo rimarrà fermo, dietro que-

ste osservazioni, che un'acqua in cui si trovano degl' infusorî viventi diventa sotto l'influenza della luce solare una sorgente della più pura aria vitale; e rimarrà fermo altresì che dall' istante in cui questi animali si osservano nell'acqua, l'acqua stessa non è più perniciosa o nociva agli animali ed alle piante delle classi superiori; poichè egli è impossibile ammettere che si possa sviluppare gas ossigeno puro da un'acqua contenente ancora materie in putrefazione o in eremacausia, ovvero contenente sostanze che hanno ancora la capacità di combinarsi coll' ossigeno.

Immaginiamoci aggiunta ad un' acqua di tal fatta una sostanza animale che si trova in atto di putrefazione o di eremacausia; dovrà la stessa in un tal fonte di ossigeno risolversi negli ultimi elementi suoi, in un tempo infinitamente più breve di quello che impiegherebbe a tale effetto, se questi infusorî non vi si trovassero.

Noi riconosciamo dunque nelle specie più diffuse di questi esseri microscopici (quei coloriti in verde o in rosso) la cagione veramente meravigliosa, che fa sparire dall'acqua tutte le sostanze che potrebbero compromettere la vita degli esseri delle classi superiori, e che in luogo di esse produce delle materie che servono di alimento alle piante, nonchè l'ossigeno indispensabile alla respirazione degli animali.

Questi animaletti non possono essere la cagione della putrefazione e della formazione di prodotti venefici perniciosi alla vita delle piante e degli animali; uno scopo d' infinita sapienza li destina ad accelerare la trasformazione degli elementi delle materie organiche in putrefazione onde risolversi negli ultimi prodotti.

Tra i funghi e gli agarici ve ne sono molte specie che si sviluppano benchè private interamente di luce, l'incremento di massa e la vita de' quali è accompagnata da tutt' i fenomeni caratterizzanti la vita animale. Siffatte specie di vegetabili corrompono l'aria e la fanno irrespirabile, giacchè assorbiscono l' ossigeno ed esalano acido carbonico. Sotto l'aspetto chimico essi comportansi come animali privi della facoltà di muoversi da un luogo ad un altro.

Per contrapposto poi a questa classe di esseri, che appena meritano il nome di piante, vi esistono delle creature viventi, dotate di moto e degli organi caratterizzanti gli animali, che alla luce si comportano come le piante verdi, le quali propagandosi e crescendo di massa, diventano sorgenti di ossigeno, che per mezzo

di esse giunge da per tutto ove gli viene impedito o negato l'accesso in forma di aria.

Egli è chiaro che gl'infusorî non possono nascere, svilupparsi e crescere che nei soli luoghi in cui trovano con abbondanza il necessario alimento, e in forma conveniente all'assimilazione. Diverse specie, ed in verità molto diffuse, distinguonsi dalle altre per due delle loro parti costituenti, che appartengono alla natura inorganica, cioè per la silice, di cui son formati i gusci o le loriche di molte specie di *Navicule*, di *Exilarie*, di *Bacillarie*, ec., e per l'ossido di ferro che forma una parte costituente di molte specie di *Gaillonelle*. Il carbonato di calce degli animaletti cretacei non differisce punto dai gusci degli ordinari testacei.

Piacque a taluni di ritenere gl'immensi depositi di silice, di calce, d'ossido di ferro che si rinvengono nel tufo selcioso, negli schisti d'argilla tripolitana, nel tripoli, nella calce cretifera, nei minerali delle zolle e in quelli che si trovano quasi alla superficie del suolo *(Rasen-und Sumpf-erze)*, qual effetto del processo vitale degl'infusorî di un mondo anteriore, e di attribuire la formazione di siffatti strati nelle rocce alla forza vitale medesima un tempo in essi attiva. Ma ciò facendo, non si prese punto in considerazione che la calce cretifera, la silice e l'ossido di ferro dovevano esistere quali condizioni indispensabili alla vita di questi infusorî prima che si fossero sviluppati, e che le stesse parti costituenti tuttora non mancano giammai nel mare, nei laghi e nelle paludi, in cui queste stesse classi di animali s'incontrano.

L'acqua, nella quale vivevano quest'infusorî di un mondo passato, conteneva la silice e la calce cretosa nello stato di dissoluzione, ben proprio onde depositarsi, mercè la evaporazione, sotto la forma di marmo, di quarzo, e di altre rocce analoghe. Non vi è dubbio che i detti depositi avessero avuto effetto nel modo ordinario, ancorchè l'acqua non avesse contenuto inoltre i residui in putrefazione ed in eremacausia delle diverse generazioni di animali di quei tempi e riunite così le altre condizioni necessarie alla vita degl'infusorî costituiti di silice e di calce.

Senza il concorso riunito di tutte queste sostanze, nessuna di queste classi di animali si sarebbe propagata ed accumulata in masse tanto enormi, avendo quelle servito soltanto come mezzi intermedi accidentali onde produrre la forma che mostrano le piccole particelle di cui questi depositi si compongono. Dico mezzi accidentali, poichè la separazione della calce, della silice e del-

l'ossido di ferro, avrebbe avuto luogo anche senza questi animali. L'acqua marina contiene la calce dalla quale si formano i coralli e gl' innumerevoli crostacei che vivono in essa, nella forma e con le medesime proprietà come era contenuta nell' acqua dei laghi e delle paludi da cui si sono sviluppati gli animaletti della calce cretosa o le conchiglie, dei quali oggidì vediamo i residui formare la calcare conchigliacea.

I sostenitori della teorica, che attribuisce la putrefazione a un disfacimento di sostanze organiche provocato da infusorî o da piccoli funghi, riguardano i corpi putrescenti come tante covaje d' infusori o come tanti vivai di funghi; ed ovunque corpi organici sopra una grande estensione si putrefanno, tutta l' atmosfera, a parer loro, si riempie dei germi di questi esseri microscopici; e questi germi qualora si sviluppano nel corpo dell' uomo o in quello degli animali diventano cagioni di malattie; e da essi ancora sono generati i contagi ed i miasmi.

Questa teorica, che ha ricevuto il nome di *teoria dei parassiti*, si fonda sopra due fatti che si sono osservati: la trasmissione della scabbia, e la così detta moscardina, malattia a cui vanno soggetti i bachi da seta.

La scabbia è una infiammazione della cute che vi produce il pellicello (*Acarus scabiei*, *Sarcoptes humanus*), piccolissimo bacolino che vive sulla cute o meglio nei meati di essa. Ora perchè questa malattia si comunichi è necessario un prolungato avvicinamento sopra tutto durante la notte, giacchè il pellicello è un predatore notturno. Che questo animaletto sia veramente il principio contagioso della scabbia lo provano i fatti seguenti: l' inoculazione del pus delle pustole scabbiose non produce scabbia; applicando sulle braccia le croste delle eruzioni scabbiose nemmeno si rigenera. La scabbia può sanarsi col rimuovere il pellicello mercè fregazione con polvere di mattoni; essa non è trasmessa dal pellicello maschio, ma solamente dalle femine fecondate. La scabbia diventa una malattia generale mercè la propagazione; è cronica, nè guarisce da se (Henle).

Il principio contagioso della scabbia è adunque, secondo le esperienze di questo autore, un animale con mascelline che fa le uova; si chiama contagio fisso perchè non può volare e perchè le sue uova non si possono disperdere nell'aria.

La moscardina è una malattia dei bachi da seta cagionata da un fungo. I germi di questo vegetale allorchè si trovano intro-

dotti nel corpo del baco vi si sviluppano a sue spese prendendo la direzione verso l'interno. Dopo la morte del baco essi forano la sua pelle ed allora sopra questa si vede apparire una selva di funghi, i quali si disseccano a poco a poco e si convertono in una finissima polvere, che il più lieve movimento stacca dal corpo su cui riposa e la disperde nell'aria; essa è il tipo dei principi contagiosi volatili. Una buona nutrizione e una perfetta salute accrescono la suscettibilità dei bachi ad esserne affetti, quando questi germi si spandono sopra essi.

E però si sono osservati moltissimi insetti che non si sviluppano e non si moltiplicano fuorchè nel corpo o sotto la cute degli animali superiori, dove essi eccitano delle malattie che in molti casi apportano persino la morte. Ora se piacesse a noi di chiamare il pellicello un principio contagioso, dovremmo necessariamente comprendere pure fra le malattie contagiose tutte quelle che in simile maniera sono causate da animali o da parassiti, perchè la grossezza o la piccolezza dell'animale non determinerebbe al certo una differente spiegazione del fatto.

Piante parassite, simili alla moscardina, si sono osservate nei pesci, negl'infusorî e nelle uova di pollo; ed egli è certo che da queste osservazioni si ricava una serie di fatti ben contestati ed assai frequenti nel regno vegeto-animale, cioè le malattie e la morte per effetto di parassiti i quali vivono esclusivamente a spese delle parti costituenti di altri animali o di altre piante; e se fosse permesso di dare ad un fungo il nome di contagio si dovrebbe ammettere altresì, poichè la grandezza o la piccolezza non determinano una spiegazione differente, che esistono dei contagi lunghi da 6 in 8 pollici, come sarebbe il fungo *Sphaeria Robertii*, il quale in questa lunghezza si sviluppa nel corpo del baco da seta della Nuova-Zelanda.

E però conoscendo che la scabbia si propaga per mezzo di animaletti, e che altre malattie si propagano per mezzo delle sporule de' funghi, egli è chiaro non essere necessario una teoria particolare per ispiegare cosa siano il contagio e la infezione, e che tutti gli stati differenti appartengono alla stessa categoria ogni qualvolta vengano dall'osservazione affermate cause eguali o simili della propagazione.

Se ora si domanda: quali risultamenti abbia offerti la ricerca di queste o simili cagioni in altre malattie contagiose, si ottiene per risposta: che nei contagi del vajuolo, della peste, della sifilide,

della scarlattina, del morbillo, del tifo, della febbre gialla, della infiammazione della milza e dell'idrofobia, l'esame il più coscienzioso non giunse a scoprire animaletti o esseri organizzati, ai quali si potesse attribuire il potere di propagazione.

Esistono dunque malattie cagionate da animaletti, da parassiti, che si sviluppano nel corpo di altri animali e vivono a spese delle parti costituenti di questi. Tali infermità non si debbono confondere con altre in cui queste cause mancano affatto, qualunque sieno le somiglianze che i loro caratteri esterni avessero tra essi. Egli è possibile che ricerche ulteriori provassero come l'una o l'altra delle materie contagiose appartenesse alla categoria delle malattie cagionate da parassiti; ma i princìpi della investigazione scientifica richiedono che ne restino escluse finchè questa pruova non venga fatta. Tocca alla scienza di rinvenire le cause particolari che producono queste altre malattie; e quando ne sarà fatta la dovuta inchiesta, si troverà la via di rinvenirle.

La maggior difficoltà in questo genere di ricerche consiste manifestamente in ciò, che arrivati ad un certo limite, noi, non possiamo più distinguere gli effetti delle forze attive in un essere organizzato dagli effetti che derivano da forze fisiche. In vano si è cercato finora la linea di demarcazione tra il regno animale ed il regno vegetale, cioè la caratteristica positiva ed infallibile mercè la quale gl'individui dell'uno si distinguono da quelli dell'altro. Ciò che noi troviamo sono passaggi e non mica limiti. Vi sono delle azioni provocate da forze fisiche e che nelle loro manifestazioni mostrano moltissime delle proprietà appartenenti alle cause attive negli esseri viventi. Nella disposizione delle parti di un animale di ordine superiore e nelle meravigliose funzioni che cominciano da queste parti si rileva una differenza così grande e patente in tutti i fenomeni della natura inanimata, che molte persone le ascrivono erroneamente a delle forze particolari ed affatto differenti dalle forze fisiche. I fenomeni vitali e le nascoste cause che li determinano sembravano per lungo tempo così preponderanti agli osservatori, che essi dimenticando affatto il concorso delle forze chimiche e fisiche ne contrastavano e negavano la esistenza. Nelle formazioni vegetali inferiori, al contrario, predominano a segno le attività chimiche e fisiche, che la esistenza della forza vitale in esse abbisogna di pruove tutte particolari. Vi sono degli esseri viventi che hanno la forma di precipitati inorganici, e vi esistono delle pruove che degli osservatori esperti scambiarono

delle formazioni cristalline con alghe o con funghi e le descrissero come tali. In sul limite del di loro ambito gli effetti delle forze chimiche non si distinguono più da quelli della forza vitale.

Ella è di già cosa molto mirabile che la forza attiva dell'organismo sia capace di produrre, con non più di quattro elementi, un numero di combinazioni infinito nello stesso senso matematico; che la mercè sua nascano, dal carbonio, azoto, idrogeno ed ossigeno, corpi dotati di tutte le proprietà degli ossidi metallici o degli acidi inorganici e dei sali; che ai limiti de' così detti elementi inorganici incominci una serie di combinazioni di elementi organici tanto vasta, da non potersi in guis'alcuna comprendere in tutto l'ambito suo. Nella natura organica noi vediamo riprodursi tutt'i fenomeni chimici della natura inorganica, tutte le innumerevoli combinazioni de' metalli e dei metalloidi. Dal carbonio ed azoto; dal carbonio, dall'idrogeno ed ossigeno; dall'azoto ed idrogeno, si formano degli atomi composti che per le loro proprietà somigliano perfettamente al cloro, all'ossigeno, od allo zolfo, ovvero ad un metallo; e ciò non solo in alcune poche, ma sì bene in tutte le loro proprietà.

Difficilmente si potrà immaginare cosa più mirabile della combinazione che si forma dal carbonio ed azoto; essa è una combinazione aeriforme (il cianogeno) in cui i metalli abbruciano, non altrimenti che nell'ossigeno, con sviluppo di luce e di calorico, un corpo semplice per le sue proprietà e pel suo modo di operare, un elemento di cui le più piccole parti posseggono la forma identica del cloro, del bromo e dell'iodo, poichè il sostituisce nelle loro combinazioni, senza alterarne menomamente la forma cristallina. Sotto questa forma e non altrimenti il corpo vivente crea elementi, metalli, metalloidi, ovvero gruppi di atomi ordinati in guisa tale, che le forze in essi attive si manifestano in direzioni molto varie. Ma in natura non vi è forza veruna che da per sè sia capace di produrre o di creare qualche cosa, nè vi è forza capace di annientare le cagioni da cui la materia ripete le sue proprietà. Il ferro non cessa mai di esser ferro, il carbonio di esser carbonio, l'idrogeno di esser idrogeno; nè dagli elementi dei corpi organici potranno mai venir formati il ferro, il solfo o il fosforo. L'epoca in cui erano ammesse ed insegnate opinioni simili, sarà guardata, da quì ad un mezzo secolo, con lo stesso riso di compassione, con cui consideriamo oggidì lo sviluppo del periodo alchimistico. Egli è della natura dell'uomo crearsi opi-

nioni di tal fatta ovunque il suo spirito, come nell' infanzia, non è sufficientemente sviluppato per concepire la verità. L' acquisto dei beni dello spirito, le cognizioni che accrescono ed innalzano la nostra attività alla ricognizione ed al possesso della verità, si fa nello stesso modo come acquistiamo le cose più necessarie alla vita, cioè, lavorando e fatigando. Là soltanto ove manca la ferma volontà, vi ha penuria: i mezzi esistono da per tutto.

LETTERA XXII.

L' unità e l' universalità della natura fa sì che le singole scienze, le quali ad essa si appartengono, si trovino fra loro intimamente collegate; e però nessuna di esse potrebbe da sè perfezionarsi senza l' ajuto di tutte le altre. Generalmente i limiti delle investigazioni si allargano mercè il progresso della coltura, e così avviene che in un certo periodo due di essi arrivano a toccarsi. Onde ai confini in che si toccano si forma quasi sempre una nuova scienza, la quale comprende e riunisce in sè l' oggetto e le teoriche di tutte e due le discipline. Ma affinchè queste potessero ridursi a perfetta unità fa mestieri che esse avessero già acquistato un alto grado di perfezionamento; l' autonomia di ciascuna delle due discipline deve prima di tutto esser certa, altrimenti gli sforzi dei coltivatori non possono mai esser rivolti alla coltura dei confini di esse. Una simile fusione della chimica e della fisiologia noi l' aspettiamo come l' avvenimento più notevole dei nostri tempi. La fisiologia è giunta a tale stato che senza la chimica non può più raggiungere il fine che si ha proposto, quello d' investigare le leggi mercè cui i fenomeni della vita si succedono e ci si presentano. La chimica, da cui si attende che spiegasse in che grado le proprietà vitali dipendano dalle forze chimiche, dal canto suo si trova di aver già apparecchiato l' occorrente, onde potere sopra un altro e più vasto terreno allargare il suo impero.

Tra i più complicati della natura sono i fenomeni che ci presentano gli animali nel corso della loro vita. E noi proviamo

le più gravi difficoltà nel mettere in chiaro tutte le diverse cagioni che li producono, come altresì nel rinvenire la parte che ciascuna di esse vi prende in particolare.

È di regola in tutte le investigazioni della natura, che le difficoltà presentate da un fenomeno sieno distinte e separate l'una dall'altra, e che ciascuna sia dipoi studiata singolarmente ed in ogni sua parte. Nel senso di questo principio, si possono dividere tutt'i fenomeni fisiologici in due classi di cui ciascuna può, fino a un certo limite, essere studiata indipendentemente dall'altra. Nella natura questa divisione non ha luogo; e ciò s'intende di per sè, essendo i due ordini di fenomeni collegati in modo che si determinano a vicenda.

Il riprodursi e lo svolgersi degli animali, i differenti rapporti e le funzioni degli organi, le leggi del movimento, le modalità de' liquidi, de' muscoli, della sostanza nervosa, tutti questi fenomeni così ben caratterizzati, si possono studiare senza che uno si occupi della materia, vale a dire de' contenenti di queste attività.

Ma alla fisiologia spettano altri fenomeni non meno importanti; la digestione, il formarsi del sangue, la nutrizione, la respirazione, il prodursi delle secrezioni, riposano sulle trasformazioni e su' cambiamenti delle proprietà che provano le sostanze solide o liquide attinte al di fuori e facenti parte degli organi: è per la investigazione di questi processi considerati indipendentemente dalla loro forma, che la chimica presta il suo aiuto alla fisiologia.

La fisiologia evidentemente riposa sopra un duplice fondamento: sulla fisica fisiologica, ch'è poggiata sull'anatomia, e sulla chimica fisiologica, che deriva dalla chimica animale. Dalla fusione di queste due sorgerà una scienza novella, la vera fisiologia, che starà alla scienza a cui si dà oggi questo nome, come la chimica moderna sta a quella del passato secolo.

A ben intendere la grande influenza che la fisiologia e la chimica raccolte insieme ad unità eserciteranno, altro non fa mestieri se non rammentarsi ciò che si è verificato nella scienza in simili casi. Soprattutto per aver fatte sue intere parti della fisica, la chimica moderna si trova oggi di aver determinato il carattere che la distingue. Cinquant'anni fa, il peso specifico dei corpi allo stato di gas era considerato come una proprietà puramente fisica; ma dopo che si è riconosciuto per quanto questa proprietà sia dipendente dalla composizione dei corpi, è la chimica oggi che si occupa più particolarmente della densità dei corpi nello stato ae-

riforme. Simili rapporti si sono osservati tra la composizione dei corpi e il calore specifico, il loro dilatarsi la mercè del calorico, il punto di ebollizione e la loro forma cristallina; ed è in preferenza la chimica che di tutti questi rapporti ora si occupa. La teorica dell'elettricità, in quanto che essa si manifesta come la conseguenza delle forme e proprietà dei corpi, è quasi del tutto entrata a far parte delle chimiche discipline.

Ed in modo del tutto simile, quando si avrà una più compiuta conoscenza dei fenomeni della vita, sarà riconosciuto che un gran numero di proprietà fisiologiche dipendono dalla composizione chimica; e sarà allora che la fisiologia, mercè la sua fusione con la chimica animale, avrà acquistati i mezzi di poter conoscere questo rapporto di dipendenza, e si troverà così in grado di dare una espressione più adequata ai fenomeni fisiologici.

Non è già poco tempo da che si è tentato di poter spiegare coi soli ed esclusivi principî della chimica tutt'i fenomeni della vita, e di fare che la fisiologia entrasse a far parte di quella scienza; ciò ebbe luogo più secoli addietro, ed in tempi nei quali le chimiche reazioni che si operano nel corpo vivente erano conosciute assai meglio di quello che non lo fosse lo stesso organismo. Laonde, allorchè nei tempi successivi, la mirabile struttura, i caratteri, le funzioni degli organi e la loro forma furono la mercè dei progressi fatti nell'anatomia molto meglio riconosciuti, allora fu che si credette di aver rinvenuta la chiave per la spiegazione dei fenomeni in taluni principî della meccanica.

Però tutti questi tentativi andarono falliti, ed è sopra il loro venir meno che si fondò l'autonomia della fisiologia, come una scienza a sè.

E la mineralogia altresì si trovava anch'essa con la chimica in un simile rapporto; nè sono più di 40 anni dacchè molti la tenevano ancora come una scienza facente parte della chimica; e però essi mettevano i minerali composti entro i limiti della serie dei sali. La mineralogia non fece acquisto della sua indipendenza, se non coordinandosi alle dottrine della chimica, ed accogliendo in sè tutto ciò che serve a determinare le proprietà della composizione. Dacchè l'analisi chimica dei minerali fa parte della mineralogia, sono i medesimi cultori di questa scienza che si danno cura di fornire la chimica dei ragguagli più precisi e degni di essere studiati sui rapporti che intercedono tra la forma, la composizione, e le altre proprietà dei minerali.

Un impedimento di questo accordo, facile però ad esser rimosso, sta tuttora in ciò, che in fisiologia non si usa come in chimica sempre la stessa parola a significare le stesse cose o le medesime composizioni dotate di proprietà che non si mutano; ma nell'avvalersi delle parole si ha meno riguardo per la natura e i caratteri delle sostanze, di quello che non se ne abbia per le funzioni che ad esse vengono attribuite nel processo della vita, o per la loro presenza in taluni organi.

Si dà per esempio in fisiologia il nome di urina o di bile a quei liquidi contenuti nelle borse di certi apparati, liquidi di cui la natura può immensamente esser mutata, senza che per questo essi cessassero di venir considerati come urina o come bile. Ed in guisa affatto simile il senso che si annette alla parola *sangue* non si fa derivare da certe sue proprietà particolari; ma senza che si tenga conto in modo alcuno della sua natura e del colore, si fa derivare dalla sua qualità nutritiva, o dalle funzioni che esso compie nella nutrizione: e però in fisiologia l'idea *sangue* non può dividersi da questa ultima idea (nutrizione), alla quale tutte le altre proprietà sue si ritrovano sottoposte.

Nella chimica, per contrario, poichè si studiano i corpi a norma delle loro proprietà, si accorda ai nomi urina, bile, sangue, latte, ec. un concetto che comprende ed accoglie in sè delle proprietà ben definite, in guisa però che esse sieno esclusivamente i distintivi del corpo o del fluido che sotto quel nome vien significato, nè ad altri può venir dato che non avessero le proprietà le quali in esso si comprendono. E poichè urina, bile, sangue sono altrettante miscele di combinazioni semplici, così la chimica distingue in esse le costanti dalle variabili, ritenendo quelle come determinanti i caratteri più distintivi e generali, e queste come solamente coordinate alle prime, giacchè non intervengono a determinare le proprietà essenziali.

Nella chimica la nozione dell'urina è strettamente congiunta alla presenza in essa di talune combinazioni, verbi grazia, l'urea, l'acido urico; onde secondo la chimica il nome di urina non può mai darsi a un liquido che fosse affatto scevro di questi corpi.

Il sangue, il latte, ec. non sono che dei miscugli, val quanto dire, che non in stabili, ma in variabili proporzioni gli elementi di cui son composti vi si ritrovano contenuti. E però questa modalità del sangue si fa riconoscere all'occhio fornito di lenti; sotto il microscopio si veggono in esso dei piccolissimi dischi tinti in ros-

so (globetti), i quali nuotano in un fluido più o meno debolmente colorato in giallo, il siero. La linfa contiene due corpi incolori, e di essi uno (la fibrina) si separa coagulandosi all'ordinaria temperatura, e l'altro ad una temperatura più elevata. L'esser torbida e biancastra è determinato in essa dalle picciolissime goccioline di sostanza grassa che vi si osservano. Allorchè viene la linfa agitata con l'etere, essa si fa limpida e trasparente, poichè questo ne discioglie la sostanza grassa.

E però non è cosa altrettanto agevole il riuscire in simil guisa a mettere in evidenza la condizione di esser miscugli degli altri liquidi organici, verbi grazia, della bile; ma vi si riesce qualora si adoperano certi mezzi chimici di separazione, i quali sono conosciuti per la proprietà che posseggono di non indurre alcun cangiamento nelle chimiche proprietà di quei corpi con cui vengono posti a contatto.

La bile degli animali ha un colore, o simile al giallo dell'oro, o verdastro, o giallo oscuro. Quando sia stata di recente cavata fuori dalla sua vescica contiene mescolata in sè una sostanza gelatinosa e viscosa, che è insolubile nell'acqua, senza sapore, e facilmente separabile mercè un rimescolamento della bile coll'alcool. Questa mescolanza ha il colore della bile; ma lo perde quando si filtra per la polvere di carbone che se ne piglia e ritiene tutta la materia colorante, e diviene affatto incolore conservando però tutte le altre sue parti costituitive che rimangono nel liquido così filtrato.

Secondo ciò, la bile riguardata sotto il rapporto del suo colore presenta le stesse proprietà del sangue, e ne differisce in quanto che la materia colorante sta nella bile disciolta, nè trovasi combinata chimicamente ad alcuna delle parti che la costituiscono; giacchè, se così fosse, il carbone pel quale la bile si è filtrata dovrebbe contenere ancora qualche altra materia organica, ma ciò non si rinviene nella sperienza. Or agitando bile ed etere, o aggiungendo ad una soluzione alcoolica di bile incolore (filtrata) una quantità sufficiente di etere, questa miscela si divide in due strati, dei quali l'uno che piglia la consistenza di sciroppo cade in fondo e l'altro che è più leggiero galleggia sul primo. Questo ultimo contiene in sè tutto l'etere che si è aggiunto, e lascia mercè la evaporazione una quantità di adipe, il quale faceva parte della bile, ma non vi era però contenuto, come nella linfa in goccioline rimescolate, ma bensì in soluzione.

La bile degli uccelli, dei mammiferi, dei pesci e degli anfibi, per quanto finora è stata esaminata e studiata, si comporta nello stesso modo coll'alcool, col carbone e coll'etere; essa non è già una sola e semplice combinazione, ma bensì una quantità collettiva di semplici combinazioni. Se tale non fosse non si potrebbe in guis' alcuna privarla di una delle sue proprietà, senza che simultaneamente si venisse a distruggere tutta o parte delle altre. Dalla bile si può, senza che gli altri suoi caratteri patiscano cangiamento di sorta, levare la consistenza, come pure il colore, e le proprietà saponacee; ma non si può però dalla sostanza che rimane togliere più alcuna delle sue proprietà. Essa è la combinazione della soda coll'acido colalico, il quale contiene accoppiata all'azoto la glicocolla o la taurina, e si distingue per un sapore amaro e per la proprietà che possiede di assumere un color porporino allorchè viene ad essere mescolato con dell'acido solforico concentrato ed un poco di zucchero (1).

Dall'esperienza si è dimostrato, come quasi tutte le parti del corpo animale, la sostanza dei nervi o del cervello e le fecce, contengano le stesse materie grassa che la bile; come il liquido che mercè la coagulazione si separa dal sangue abbia un colore molto simile a quello della bile; come non sia da distinguersi il muco che spesso si segrega alla superficie interna del tubo intestinale, da quello che si segrega dalla vescica biliare; onde da ciò si è conchiuso, che la sostanza grassa e la colorante, come altresì il muco, non siano da ritenersi parti essenziali e caratteristiche da cui il liquido della bile venga costituito. E poichè è solamente nella bile dove allo stato sano si rinviene quella sostanza amara, insolubile nell'etere, ma che si scioglie nell'alcool e nell'acqua; non trovandola il chimico nelle altre parti dell'organismo, a ragione egli la considera come parte integrale e caratteristica della bile; di tal che chimicamente parlando, con la parola bile è appunto di questa sola parte che s'intende parlare.

Per la stessa ragione, l'acido urico, l'urea, l'allantoina che sono delle combinazioni correlative in quanto che l'acido urico può rimutarsi in urea ed in allantoina, vengono dal chimico considerate, dal perchè nell'urina di tutti gli animali si trovano due

(1) È da notarsi come nella bile del porco si rinvenga un particolare acido organico che molto si distingue da quelli finora ritrovati nella bile di tutti gli altri animali.

o almeno una di esse, come parti integrali e caratteristiche dell'urina medesima. L'acido ippurico ed il benzoico che son parti costituenti dell'urina dell'uomo, come pure di quella del cavallo e della vacca, ed altresì la creatina e la creatinina che si trovano anche nell'urina dell'uomo, son detti, e quelli e queste, parti costituenti variabili, giacchè nell'urina degli uccelli e dei serpenti o mancano affatto o non sono state ancora scoverte.

Tutti sanno, come il sangue di recente cavato, se si lascia in riposo, si rappiglia in poco tempo in una massa gelatinosa. È dalla fibrina che questo coagulamento vien determinato, in quanto che essa dal liquido (siero) si separa in forma di gelatina, composta di un tessuto di fili finissimi, trasparenti e senza colore, i quali circondano da per ogni dove i rossi corpicciuoli del sangue (il grumo). Se il sangue prima che arrivi a coagularsi vien rimescolato e dibattuto con una bacchetta, il grumo non si forma, giacchè così praticando viene ad impedirsi ai filamenti della fibrina il potersi riunire in un tessuto; essi aderiscono gli uni agli altri e si aggregano formando, invece di tenui fili, masse più grosse, che sono molli ed elastiche, e che lavate con acqua pura perdono tutta la sostanza colorante del sangue ed imbianchiscono. Questa fibrina del sangue posta nell'acqua, alla quale si sia aggiunta per ogni oncia una goccia di acido muriatico, si fa gonfia e dà una gelatina densa senza che si disciolga (1); se l'acqua non è in quantità troppo grande, essa viene assorbita come da una spugna dalla fibrina così gonfiata; e se dipoi anche a questa massa si aggiunge altro acido muriatico, ma concentrato, essa si contrae e ripiglia il primitivo volume. Laddove si rimette questa fibrina così contratta nell'acqua pura, di nuovo si gonfierà, e con l'aggiunzione di altro acido muriatico si contrarrà novellamente. Se dopo di aver per dieci volte alternativamente ripetuto questo trattamento, si fa disseccare la fibrina e poi si abbrucia, essa lascia quasi il due per cento di cenere che contiene ossido di ferro, calce ed acido fosforico. Or questi elementi non si rinvengono, come chiaro si scorge, nella fibrina in istato di mescolanza; giacchè essi si ritro-

(1) Per questa proprietà la fibrina del sangue si distingue perfettamente da quella della carne che è una delle parti principali del corpo animale; nelle medesime circostanze la fibrina carnosa si discioglie e dà un liquido chiaro, nel quale si scorgono particelle adipose che in qualche modo la rendono torbida.

vano nella fibrina tenuti avvinti dagli altri elementi, e con una forza che sorpassa di molto la grandissima affinità che ha l' acido muriatico pel fosfato di calce e per l'ossido di ferro. Ciò posto fa mestieri che questi elementi inorganici vengano considerati come essenziali e necessari per la fibrina del sangue.

La mancanza di unità nel modo di esprimersi non è il solo impedimento al concerto energico della chimica e della fisiologia; ma un altro ve ne ha, forse maggiore, che è riposto nella differenza del metodo d'investigare. In tutte le indagini della chimica e della fisica è principio rifermato che si debba un fenomeno composto prima di tutto condurre, la mercè dell' osservazione, a fenomeni più semplici, onde si possa dipoi cominciare da questi per risalire allo studio dei più composti. In chimica ed in fisica le prime inchieste si dirigono sempre alle cagioni più vicine, non mai alle lontane; dal noto si procede all'ignoto. Nella fisiologia e nella patologia per contrario si tentò per lungo tempo di acquistar la conoscenza dei fenomeni più complicati, prima che si fosse già ottenuta quella dei più semplici. Si tentò di darsi ragione della febbre innanzi di aver conosciuto il processo di respirazione; si spiegò lo sviluppo del calorico nel corpo animale, senza che in guis' alcuna si tenesse conto dell'influenza che vi ha l'atmosfera; come altresì si disse quali fossero le funzioni della bile, senza che di questa si avesse contezza. E da ciò il rinnovarsi delle quistioni sulle cause della vita; quistioni di per sè noiose, inutili e senza scopo; giacchè noi, non poco, ma pochissimo sappiamo dei fenomeni vitali anche i più semplici.

È cosa certa, che gran parte dei fenomeni che noi scorgiamo nei corpi viventi, abbiano origine da forze chimico-fisiche; ma si va lungi dal vero, allorchè si vuol ritenere come tutte le forze attive le quali operano negli organismi siano appunto le stesse che operano sulla materia morta. Laonde è cosa del tutto facile di mostrare a coloro che si fanno a sostenere quest'ultima opinione, come essi si dimentichino della prima regola, che è la più semplice, con la quale secondo il metodo fisico-chimico si procede nelle investigazioni, attribuendo cioè ciascun effetto a quella causa a cui esso si trova di esser veramente sottoposto.

Perchè il calore, l'elettricità, il magnetismo e l'affinità chimica si potessero davvero considerare come la cagione dei fenomeni della vita, farebbe mestieri che venisse provato come le parti di un corpo vivente in cui agiscono delle forze, presentino

dei fenomeni simili a quelli che hanno luogo nei corpi inorganici, qualora questi ultimi all'impero delle stesse forze vengano sottomessi. Si dovrebbe dimostrare in qual guisa queste forze agiscano insieme, e come producano la mirabile armonia delle funzioni che fin dal primo sviluppo degli esseri organici si manifesta e dura fin quando i loro elementi non fanno ritorno all'inorganica natura. Giacchè se per poco si ritenesse l'identità nella natura delle forze organiche colle inorganiche, si verrebbe ad ammettere che avessimo la cognizione di tutte le forze della natura in generale, che tutti i loro effetti ci fossero noti, e che noi potessimo da questi ultimi sollevarci a determinarne le cagioni, e spiegare quale sia la parte che ciascuna forza abbia singolarmente presa nelle funzioni della vita.

Basta dare uno sguardo a ciò che hanno scritto gli autori che sostengono questa opinione, per vedere quanto noi stiamo lontani dalla possibilità di poter trarre delle simili conchiusioni generali. In dritta regola queste opinioni ci provengono dagli osservatori, per altro valorosi e di retta coscienza, i quali in preferenza si adoperano intorno allo studio dei fenomeni del moto nell'organismo animale. Essi, vedendo compiersi i movimenti secondo determinate leggi meccaniche, si son fatti sedurre dalla credenza che siffatti movimenti si ritrovino determinati da quelle medesime cagioni, le quali anche oltre i limiti del corpo vivente producono il moto. E però nessuno di essi si è finora provato a ben definire i rapporti che intercedono fra questi effetti nell'organismo, e il calorico, l'elettricità, la forza magnetica, ec.; ovvero quale sia il rapporto di dipendenza, in che i movimenti organici si trovano con queste forze. Or tutto ciò che noi sappiamo intorno a questo punto è solo che le forze inorganiche vi hanno parte in qualche modo.

Dall'altro lato è una cosa del tutto impossibile il partecipare alle opinioni dei vitalisti, i quali credono di poter spiegare la mercè di una o di più forze vitali i processi più ascosi della vita. Essi prendono un fenomeno senza che prima lo abbiano esaminato per vedere se sia semplice o composto; essi domandano se per mezzo dell'affinità chimica, o per la forza elettrica o magnetica sia possibile di spiegarlo; e poichè è impossibile al presente di poter provare ciò in un modo irrepugnabile, essi ne traggono la conseguenza, che non si possa questo fenomeno attribuire ad alcuna di dette forze, ma che si debba attribuirlo a delle forze speciali e tutte proprie degli esseri organici. Però nel ricercare le cagioni

dei fenomeni non è permesso di procedere col metodo di esclusione, se non nei casi in cui si è certo di sapere determinatamente quale sia il numero delle cagioni a cui l'effetto può rapportarsi; e in quelli in cui è possibile di dimostrare come gli effetti di tutte queste cagioni ad una sola e generalissima si ritrovino sottoposti.

La natura delle forze fisiche è assai poco conosciuta, nè alcuno può sostenere che in un dato caso più tosto l'una che l'altra rimanga senza effetto, ovvero che non abbia la sua parte d'influenza in un fenomeno della vita. Sono stati osservati tra le forze elettriche e l'affinità chimica i rapporti più mirabili, ma noi siamo ancora ben lungi dal conoscere con certezza le relazioni che sono tra esse. La coesione, causa della coerenza degli atomi omogenei, ci è ancora in quanto alla sua modalità poco nota; i suoi rapporti con l'affinità sono per noi ancora più oscuri di quello che non lo sieno i rapporti dell'affinità con le forze elettriche. L'affinità è al presente la cagione diretta a cui noi ascriviamo la combinazione degli atomi eterogenei. Ma questa vicendevole attrazione non resta sempre nei medesimi corpi eguale e pari a se stessa; ed è cosa impossibile di poter considerare questa sola forza astrazion fatta da ogni altra, giacchè essa non si trova mai sola in atto; laonde volendo portare un giusto giudizio sopra uno dei suoi effetti, dobbiamo ancora tener conto di talune circostanze, la temperatura, la coesione, lo stato elettrico, ec. dei corpi.

Noi abbiamo in questi ultimi tempi imparato a ben conoscere un gran numero di fenomeni, e pure sappiamo appena quali sieno le cause che tra quelle da noi conosciute segnatamente abbiano parte nel produrli. Nei tempi andati ciò avrebbe dato luogo a conchiudere che questi fenomeni siano stati ingenerati da forze particolari e non ancora conosciute. Ma questo oggi noi non lo facciamo, giacchè pur troppo abbiamo coscienza della nostra ignoranza circa le proprietà di quelle forze che ci son note, specialmente le molecolari, di coesione e di affinità.

Allorchè in un bicchiere ordinario da Sciampagna si versa una soluzione acquosa di sale di Glauber (2 parti di sale ed 1 parte di acqua) saturata e calda e si fa raffreddare, il sale si cristallizza facendo in guisa che il liquido si rapprenda in una massa densa cristallina e che somiglia al ghiaccio. Se dopo ciò l'istesso bicchiere viene a metà riempito della medesima soluzione calda e si ricopre con una lamina di vetro, un cristallo d'orologio o una carta da giuoco, e di poi si fa raffreddare, la soluzione, comechè

satura in eccesso, abbandonata a se stessa per 10 o più ore, non deposita cristalli quando anche in seguito si toiga il vetro o la carta. Ma se vi s'immerge una bacchetta ordinaria di vetro, si formano, a cominciar dalla superficie, dei cristalli bellissimi a lamine ed aghi di sale di Glauber, e tutto il liquido in pochi secondi si fa solido. Ora il fluido è contenuto in un recipiente di vetro, ma però pel solo contatto di questo vetro non cristallizza; mentre un altro pezzo di vetro non raffreddato simultaneamente con esso lo induce a cristallizzare. Questo fenomeno è per sè stesso abbastanza notevole e maraviglioso; ma lo diventa anche di più quando si verifica che avendo per pochi minuti fatta riscaldare una delle estremità della bacchetta di vetro alla fiamma di una lampada ad alcool e dipoi fatta raffreddare, questa medesima estremità non ha più virtù ad indurre la cristallizzazione nel sale di Glauber; si può bene immergerla e muoverla dentro il liquido, senza che vi si verificasse cangiamento di sorta. Ma quando si capovolge la bacchetta e si tocca il liquido coll'altra sua estremità che non era stata riscaldata, esso subito si rapprende in una massa a lamine di cristalli. A chi vi guardasse superficialmente parrebbe che la bacchetta di vetro abbia due poli come la calamita; essa conserva ad una dei suoi due estremi quella proprietà che il calore ha fatto perdere all'altra. Esposta all'aria libera, la bacchetta riprende a poco a poco la proprietà che aveva perduta; ma però se invece vien conservata in un recipiente chiuso, essa resta impotente altri dieci o quindici giorni. Quando anche venisse immersa nell'acqua e dipoi asciugata all'aria, essa nemmeno riacquista immediatamente la perduta efficacia.

Circa la influenza del moto sulla cristallizzazione noi abbiamo una soddisfacente spiegazione; ma quello che poi ci è oscuro intieramente, è questo effetto del calorico sulla proprietà della bacchetta di vetro d'iniziare la cristallizzazione.

Qualora la copia di una incisione fatta sul rame si metta sopra una scatola bassa e aperta, in fondo a cui si sia già posto un poco di jodo, esponendola in questo modo per pochi minuti ai vapori che dal jodo si formano all'ordinaria temperatura, e si combaci dipoi la detta copia sopra un foglio di carta fatta a macchina a colla di amido, che sia umettato con dell'acido solforico allungatissimo, si ottiene su questo foglio una copia perfettamente esatta della figura in colore azzurro di cielo. Se si fa combaciare questa copia azzurra ad una lamina di rame, le linee colorite spa-

riscono man mano dalla carta e l'immagine comparisce ora perfettamente distinta sul rame. Una stampa, un disegno, ed anche un quadro ad olio, allorchè sono stati per pochi minuti esposti ai vapori del jodo, si riproducono sopra una lamina di argento; e se questa viene esposta dipoi ai vapori di mercurio e vien trattata coi processi ordinarî, se ne ottiene un'immagine che per bellezza non la cede alle migliori fotografie. Da ciò chiaramente s'inferisce, che le parti oscure dell'immagine, cioè il color nero, attraggono i vapori di jodo e li condensano con un'energia assai più grande di quella che ha la carta bianca. Un leggiero strato umido di colla di amido toglie alle parti nere il jodo, onde si produce sulla carta una combinazione turchina di jodo, che ha la forma della figura; la lamina di rame toglie il jodo alla combinazione turchina dell'amido, onde si forma su di essa una figura in joduro di rame.

Laonde è manifesto che la carta bianca, il color nero, l'amido e il rame hanno pel jodo un ben differente attrazione; il condensarsi del jodo proviene della stessa causa che determina in generale la condensazione dei gas alla superficie dei corpi. Il color nero attira il jodo, ma non opera con esso una vera combinazione chimica, giacchè le proprietà del color nero non si mutano; e per quelle del jodo si perde o indebolisce solamente la sua volatilità; esso agisce sull'amido non altrimenti che il jodo libero.

Questi fenomeni ci fanno ricordare, anche non volendolo, di uno dei più mirabili fenomeni che si verificano nel corpo animale, della parte cioè che nel processo della respirazione hanno i principî solidi del sangue.

Il sangue come fluido riconosce il suo colore dai corpicciuoli (globuli) che in sè contiene; e noi sappiamo che questi soffrono nei polmoni un cangiamento di colore; il rosso scuro si cambia in rosso scarlatto, e nel tempo medesimo che il colore si cangia noi vi osserviamo un assorbimento di ossigeno. I fenomeni fisiologici, come pure il modo con cui il sangue, privo che è dei suoi globuli, si comporta con l'aria e con l'ossigeno, ci danno a conoscere che una gran parte dell'ossigeno giunto al contatto del sangue viene assorbito dai globuli, e che questi si comportano con questo gas come i corpi ruvidi o colorati si comportano coi vapori del jodo. L'ossigeno dà luogo ad una combinazione *sui generis* coi globuli del sangue, poichè esso conserva nell'atto dell'assorbimento il suo carattere chimico, che è la proprietà di combinarsi, du-

rante la circolazione, con altre materie per cui ha dell'affinità.

Noi presupponiamo che l'affinità delle parti nere di una stampa pel jodo (ed anche pel cloro e per una quantità di corpi allo stato aeriforme, come NIEPCE ha dimostrato), egualmente che l'attrazione dei globuli del sangue per l'ossigeno, sia l'effetto dell'affinità chimica; ma però le nostre idee sulle modalità di questa forza sono così limitate, che non possediamo ancora neanche un nome il quale potesse segnatamente indicare questo genere di combinazioni.

Havvi, come chiaro si scorge, un gran numero di fenomeni che non si possono con le ordinarie teoriche imparate a scuola in guis' alcuna spiegare; ed è ciò segno e pruova evidente, che noi siamo anche oggi molto lungi dal sapere le leggi delle forze a noi note. Noi possiamo con la medesima quantità di acido solforico far passare in etere ed in acqua quantità illimitate di alcool, e convertire in zucchero di uva, la mercè dello stesso acido solforico, una quantità di amido senza che per ciò venisse il primo ad essere neutralizzato. Questi effetti sono del tutto differenti da quelli che si verificano mettendo l'acido solforico a contatto coi metalli o con gli ossidi metallici; ma sarebbe un giudizio affatto stolto il volerli attribuire ad altra causa che all'affinità chimica. Ciò che noi ordinariamente intendiamo sotto il nome di azione chimica altro non è se non la manifestazione della forza chimica, o un fatto che dimostra come in taluni casi l'attrazion chimica è molto più forte di tutte le resistenze che si oppongono alla sua attuazione. La chimica combinazione è al certo *uno* ma non l'*unico* effetto della chimica affinità.

È propriamente da questo stato delle nostre cognizioni, abbastanza imperfetto, sulle modalità e sugli effetti delle forze in natura, che si spiega come al presente procedendo a seconda del metodo di esclusione, noi non ci troviamo in grado di poter riconoscere l'esistenza di una causa *sui generis* che dia luogo alla manifestazione della sua attività nel corpo vivente.

LETTERA XXIII.

La vita della pianta è legata al ricevere degli alimenti che ad essa vengono somministrati dall'aria, dall'acqua e dal suolo. Le materie, come l'acido carbonico, l'ammoniaca e l'acqua, l'acido solforico, l'acido fosforico, l'acido silicico, gli alcali, le terre alcaline ed il ferro delle quali si compongono le parti elementari di tutto ciò che ha forma organizzata, sono senza alcuna eccezione corpi inorganici. Ma il processo che si compie nella pianta è il contrapposto dei processi inorganici. Nella natura inorganica predominano la forza meccanica e la forza chimica. Il logorarsi delle pietre, il franare delle rocce riposano sopra il cambiamento della temperatura, e sopra l'influenza che l'acqua e l'aria vi esercitano; gli esseri organici, appena che la loro vita si estingue, vengono dall'azione chimica dell'ossigeno ricondotti a quelle primitive combinazioni da cui i loro corpi si formarono.

Nell'organismo della pianta vivente, l'aria, l'acqua, l'ossigeno e l'acido carbonico perdono il loro carattere chimico e non vi esercitano alcuna azione, nè per la loro massa, nè per l'affinità. *Al di fuori* della sfera delle forze vitali attive, nella pianta l'ossigeno manifesta le sue preponderanti affinità per gli elementi combustibili, pel carbonio cioè e per l'idrogeno; *al di dentro* della pianta egli vien sottratto all'acqua e all'acido carbonico, e per mezzo delle foglie si restituisce all'aria nella sua primitiva forma di ossigeno; il processo vitale della pianta è il contrapposto del processo di ossidazione che ha luogo nella natura inorganica; esso è un processo di riduzione.

La massima parte dei prodotti formati ed emessi dall'organismo delle piante contiene ossigeno ed oltre a questo da due fino a quattro altri elementi. La serie infinita dunque delle combinazioni organiche che nelle loro proprietà presentano differenze così straordinarie, dalla somma di tre sino a cinque elementi riconosce l'origin sua. Se voi confrontate la fibra del cotone collo zucchero di latte e con quell'acido contenuto nel *salcraut*, rile-

verete con molta chiarezza la manifesta differenza che è tra siffatte sostanze. L'analisi chimica vi dice che tutte e tre contengono carbonio, idrogeno ed ossigeno, e ciò per tutte esattamente nelle stesse proporzioni. Lo zucchero di latte non contiene di carbonio, d'idrogeno e d'ossigeno, più di quello che ne contengano la fibra del cotone o l'acido del salcraut. Così ancora lo zucchero di canna e la gomma sono composti da elementi eguali. Voi tutti sapete che quando un uovo di pollo s'indurisce nell'acqua bollente, niente vi si altera nella composizione dell'albumina, niente vi s'introduce dal di fuori o ne vien tolto; gli elementi dell'uovo altro non vi hanno sofferto se non un cambiamento nella loro disposizione, ed a questo cambiamento rispondono dopo ciò tutte le altre proprietà. Così ancora la differenza tra lo zucchero di canna e la gomma, tra l'acido del salcraut e la fibra del cotone è poggiata unicamente sul modo diverso in che gli elementi medesimi vi si trovano collocati in proporzioni eguali. La stricnina contiene carbonio, azoto e gli elementi dell'acqua, e pure il suo effetto sul corpo umano è quello di un tremendo veleno. La chinina contiene gli stessi elementi e vi ha l'influenza di una benefica medela. La caffeina contiene anch'essa i medesimi elementi, e giornalmente noi la beviamo nel tè e nel caffè, senza risentirne nè gli effetti di un veleno, nè quelli di un medicamento. Tutte le materie delle quali si forma il sangue contengono azoto, carbonio e gli elementi dell'acqua. Non è possibile che potessimo ascrivere gli effetti velenosi della stricnina, o gli effetti medicinali della chinina, nè la proprietà plastica di formare il sangue, al carbonio, all'azoto ed agli elementi dell'acqua. La straordinaria differenza delle loro proprietà dipende dal modo come in queste sostanze si ritrovano disposti gli elementi, i quali se sono collocati in una certa direzione impediscono il processo vitale, se in un'altra lo promuovono, e se in una terza lo mantengono. L'analisi chimica degli elementi non ci fornisce adunque il benchè minimo appoggio perchè potessimo essere in grado di giudicare o di spiegare le proprietà delle organiche combinazioni. E però tutti gli sforzi dei chimici del nostro tempo sono rivolti ad escogitare il modo in che si trovano disposti e collocati gli elementi ne' diversi prodotti che vengono emessi dalla vita del mondo vegetabile, imperocchè è da siffatto collocamento appunto che noi vediamo ingenerarsi gli effetti.

Se il chimico dal suo punto di vista volesse sottomettere una

casa all'analisi chimica, egli direbbe, che essa consiste di silicio, d'ossigeno, d'alluminio, di calcio, di alquanto di ferro, di piombo e di rame, di carbonio e degli elementi dell'acqua. Ma con ciò non vi darebbe la benchè minima idea di quello che è una casa nella sua disposizione. Il calcio, il carbonio e l'ossigeno che compongono il cemento; il silicio, l'alluminio e l'ossigeno di cui son composti i mattoni; il carbonio, l'idrogeno e l'ossigeno di che si compone il legno, non agiscono come singoli elementi, ma bensì come cemento e come pietre da cui sono formate le mura, come vetro di cui sono riparate le finestre, come legno di cui sono fatte le tavole e le sedie; onde solamente allorchè gli elementi in forma di legno, di pietra, di vetro, ec. vengono raccolti ed ordinati insieme, noi vediamo sorgere una casa. E se qualcuno vi volesse dimostrare, che il palazzo del Re con tutte le sue interne disposizioni, con le statue e i dipinti, sia nato da sè stesso, in virtù di un gioco delle forze della natura, le quali per caso si sono incontrate ed hanno dato agli elementi la forma di una casa, argomentandolo, dal perchè il cemento è composto da una chimica combinazione di acido carbonico e di calce e che ogni principiante nella chimica può effettuare; dal perchè le pietre ed il vetro consistono di silicio, alluminio, calcio, potassio ed ossigeno, i quali tutti vengono mantenuti insieme mercè la forza dell'affinità chimica e ricevono la solidità dalla forza di coesione; e finalmente dal perchè le forze chimiche e fisiche hanno preso una determinata parte nella costruzione della casa — voi gli rispondereste con un sorriso di compassione, giacchè tutti sapete come sorge una casa. La forma esterna, la disposizione interna, la ripartizione degli spazi, tutto ciò è l'effetto della mente di un architetto; giacchè la casa materiale egli la forma a seconda di una casa ideale, che fuori del suo spirito non esiste altrimenti; e l'idea surta e determinata nel suo spirito egli la effettua dandole forma nella costruzione in virtù di forze che si producono nell'organismo dell'uomo e che assoggettano, facendole servire alla idea, le forze chimiche e fisiche da cui il materiale di costruzione ha ricevute le sue proprietà. Sempre ed ovunque il nascimento di una casa presuppone la idea della casa ed una causa la quale muove altre forze in una data direzione ed in un dato ordine, dirigendo gli effetti di queste, e facendole corrispondere allo scopo che si ha proposto di raggiungere.

Nella più infima come nella più perfetta pianta, tanto nella struttura che nello sviluppo, voi vedete riunirsi il materiale

in forma di una finezza, di una regolarità, e di un ordine che superano tutto ciò che noi vediamo nella disposizione di una, ed in ogni specie di pianta; si ripete l'idea, che nella sua invariabilità ci si presenta come legge della natura. Noi vediamo un tutto bello e formato, il quale in un tempo definito riproduce se stesso nella semenza.

Nelle forme, nello sviluppo ordinato secondo date leggi noi riconosciamo un fine ed una idea, ma i nostri sensi scorgono l'architetto solamente nell'opera sua; noi non vediamo la forza che doma la materia ribelle e che la costringe a svolgersi secondo certe forme e disposizioni. Però la nostra ragione riconosce che l'idea abbia un autore, che nel corpo vivente esista una causa la quale comanda alle forze chimiche e fisiche della materia e la compone in forme le quali fuori dell'organismo non si rinvengono altrove.

Tutte le forme dei corpi inorganici sono circoscritte da superficie piane e da linee rette; tutte le forme degli elementi che sostengono l'attività organica sono circoscritte da superficie curve e da linee curve: nei corpi organici vi deve dunque esistere una causa che determina il tramutamento delle linee rette in linee curve.

Solo la non sufficiente conoscenza delle forze inorganiche è la cagione per la quale molti uomini rinnegano la esistenza di una forza attiva e particolare, che manifesta i suoi effetti negli esseri organici; e così avviene che alle forze inorganiche si accordano effetti i quali sono contrari alla loro natura, opponendosi alle leggi che le regolano. Questi uomini non sanno che il nascimento di qualsiasi chimica combinazione ha mestieri di tre cause e non già di una sola. Sempre le forze della coesione o della cristallizzazione son quelle che aiutate dal calorico regolano la chimica affinità, ogni qual volta però si manifesta; l'affinità determina l'ordinamento, e con ciò le proprietà del cristallo. Nel corpo vivente poi vi si aggiunge anche una quarta causa che sottopone a se la forza della coesione, e compone gli elementi in nuove forme, mercè cui essi acquistano ancora delle nuove proprietà: ma queste forme e proprietà non esistono altrove fuori dell'organismo. Di tal che se egli è vero che nella natura inorganica esiste una forza di coesione che ne determina le forme, non è men vero che nell'organismo vi è in azione una forza, una causa del movimento e della resistenza, la quale agisce a ritroso della forza di coesione e di ogni manifestazione della medesima, ed è questa stessa causa quella che annulla, o meglio inverte gli effetti dell'ossigeno.

Quando volgete il guardo a quelle persone che difendono quelle opinioni, vi fate subito accorto che sono inesperte nelle discipline che hanno per oggetto lo studio delle forze chimiche e fisiche; niun competente e valoroso chimico o fisico è stato mai del loro parere. E qualora chiedete la opinione de' nostri grandi fisiologi a' quali siamo debitori della scoverta de' fatti su cui coloro che rinnegano la forza vitale poggiano i loro argomenti, voi otterrete in risposta, che questi maestri della scienza non stimano nè fondati nè giusti tutti gli argomenti di tal fatta e le deduzioni che ne derivano. Sono desse le opinioni di dilettanti i quali, menando rumore di qualche loro passeggiata, ci si perdoni il modo, fatta ai confini del campo delle scienze naturali, credono di aver già acquistato il dritto di spiegare al pubblico, spesso credulo perchè ignorante, come il mondo e la vita siano stati veramente ingenerati, e quali fossero i progressi straordinarî fatti dall' uomo nell' acquistar conoscenza delle cose più sublimi: ed il pubblico credulo ed ignorante loro presta fede negandola ai naturalisti, e ciecamente crede alla esistenza di tavole che camminano, scrivono e parlano, alla forza particolare di che credono dotato il vecchio legname, ad onta di tutto ciò che i naturalisti, per combattere questi assurdi, hanno scritto e provato.

In una indefinita serie di anni, dei quali essi dispongono a buon mercato, dicono i dilettanti, che siasi ingenerato dal più infimo organismo, il quale ci si presenta davvero sotto forma di una cellula semplice, un organismo più alto, e da questo uno più alto ancora, finchè a poco a poco tutta intera la svariata creazione organica. Le piante e gli animali, secondo essi, formano una serie generalissima non interrotta, di cui i passaggi non si possono negare, e se l'uomo nulla sa di siffatti passaggi, ciò avviene, secondo loro, dal perchè i tempi in cui ebbero luogo rimontano ad un' epoca anteriore alla storia dell' uomo, e più ancora dal perchè i gradi dei passaggi sono così insensibili da sfuggire alla più accurata investigazione. In questa spiegazione si scorge chiaro; come quelli che la propugnano sieno ignari della scienza, giacchè la loro ipotesi stessa non ha alcun fatto in suo favore, e perciò non è dimostrabile; laonde, siccome, è il loro modo di ragionare, le esperienze degli uomini sono affatto insufficienti a provarne la verità, questa, per conseguenza, non può nemmeno essere impugnata. Essi però non hanno pensato che sempre rimane una difficoltà, alla quale non si può ovviare, il nascimento cioè della pri-

ma cellula organica. Per questa prima ed unica vi è stato sempre mestieri di un atto creativo, anche quando si volesse concedere che tutte le altre sieno state ingenerate, come essi sostengono, da questa prima. Il dilettantismo dunque, come vedete, presuppone che fosse stato più commodo pel Creatore, di chiamare in vita *una sola cellula*, in vece di molte cellule o germi fatti allo sviluppo più vario, e di abbandonare ogni svolgimento dell'idea in questa unica cellula al tempo ed al caso.

Ecco le parole proferite dal maestro della storia dello sviluppo della natura (Bischoff, nelle sue Prelezioni fatte in Monaco nella primavera del 1858) sopra la pretesa serie unica degli esseri organici.

» Allorchè dalla metà del secolo passato si furono acquistate sempre più delle conoscenze intorno alle scimie meglio organizzate come l'Orang-outang delle isole di Borneo e di Sumatra, e del Chimpanzè delle coste della Guinea, in virtù del trasporto fattone in Europa d'individui morti e dipoi anche d'individui viventi, i naturalisti più distinti di quel tempi, come Linnè, Buffon, Camper ed altri, si videro imbarazzati nel definire quali differenze corporee avessero da stabilire tra l'uomo e gli animali. L'accordo e la somiglianza sembrarono loro si grandi, che parte di essi non ne videro alcuna; parte credettero di trovarvi solamente differenze subordinate e le rilevarono dai rapporti non corporei; parte infine vi rinunziarono a dirittura, anzi le contrastarono.

« Dalle più esatte indagini scientifiche sembrava allora dimostrato con certezza che l'uomo si rannodasse immediatamente agli animali la mercè di un passaggio appena sensibile. Fu questo il tempo in cui si credette di scorgere nella intera creazione, e propriamente in quella degli animali, una serie non interrotta di forme sviluppate a gradi, e che si rannodano strettamente le une alle altre; onde la naturale conseguenza ne fu, che si riguardava anche l'uomo come posto alla testa del mondo animale per un grado progressivo assai piccolo e quasi insensibile. E così ancora le ricerche più sottili sullo sviluppo degl'individui sembrava dovessero confermare questo giudizio. Si credeva di aver scoverto come l'individuo di un grado superiore ed anche l'uomo durante il periodo del suo stato nell'uovo, e quello del suo sviluppo, percorresse tutti i gradi del mondo animale inferiore, di maniera che il germe dell'uomo somigliasse in sul principio ad un infusorio, dipoi ad un mollusco ad un verme o insetto, indi ad un pesce, ad

un anfibio, uccello e mammifero superiore, e che assumesse la propria forma solamente dopo di aver percorse tutte le altre. E così vi fu un tempo in cui si ritenne con un orgoglio insopportabile e sciocco che l'uomo si stimasse qualche cosa di meglio e superiore all'animale, e che la sola presunzione cercasse di ritenere delle differenze perchè giustificassero la sua arroganza ».

» Ma siffatta direzione che si era presa non poteva e non potrà sostenersi; lo studio della natura promuove necessariamente la ruina del fondamento sul quale era poggiata e tuttavia si poggia, e ci guida a limitarci al solo vero che in esso è contenuto. E però si afferma qui un'altra volta la verità ben conosciuta, che cioè la scienza esercitata per metà, da un sol lato e secondo un metodo falso, conduce all'errore ed all'inganno; ma quando si esercita per intero e secondo giusti principî ci guida al vero ».

» A misura che si ebbero conoscenze più esatte degli animali e segnatamente anche di quella specie di scimie che insino a quel tempo non si erano potute studiare perchè erano rarissime, crebbe sempre più la convinzione che ad onta del moltiplice e grande accordo che esiste tra l'uomo e quegli animali, si ritrovano ciò non pertanto tra essi delle differenze di organizzazione le quali sono tanto grandi quanto qualunque altra differenza che c'induce a stabilire generi e specie diverse. La così fantasticamente applaudita e difesa catena degli esseri venne a disciogliersi in singoli membri e tipi, i quali senza dubbio alcuno presentano e spiegano una progressiva organizzazione, ma non si rannodano in una serie immediata, poichè fanno dei salti e fanno vedere delle differenze maggiori di quelle che farebbe mestieri perchè fra l'uomo e gli animali sorgesse un abisso che li separasse in eterno. Una esatta conoscenza dei maravigliosi processi che si operano durante lo sviluppo dell'individuo c'insegnò inoltre, che la progressione dell'embrione attraverso le forme degli animali inferiori è solo immaginata, e che l'embrione umano non somiglia giammai all'infusorio, al verme, all'insetto, al pesce od all'anfibio, ma che qui si tratta semplicemente di una legge assai importante dello sviluppo, comune a tutti gli animali vertebrati, secondo la quale essi tutti sul primo grado della loro formazione si somigliano gli uni e gli altri, poichè tutti sono formati in sul principio da una somma eguale di parti molto somiglianti, di cervello cioè, midolla spinale, cuore ed intestini, ec. E pure nella stessa eguaglianza di questa somma si formano delle stabili differenze non solo mercè

lo sviluppo più perfetto, ma, non meno frequente, la mercè di un rimanere stazionario nei limiti di un dato grado di sviluppamento, e qualche volta ancora la mercè di un regresso ».

La sana e rigorosa investigazione scientifica non sa quindi nulla di certo intorno ad una catena degli esseri organizzati.

Or in che sta la prima cellula? I dilettanti vi rispondono: che gli esseri organizzati sono composti di carbonio, idrogeno, azoto, ossigeno e solfo; che nel conflitto di questi corpi per virtù della forza ad essi inerente fosse stato possibile un tempo il formarsi delle parti costituenti di una cellula, ovvero il formarsi della stessa o dell'organismo. Il chimico, dicono essi, produce nel suo laboratorio una quantità di sostanze le quali non altrove che nell'organismo della pianta o dell'animale vengono ingenerate nella natura; se dal legno egli fa lo zucchero, prepara il taurino della bile e l'urea dell'urina, perchè non hanno potuto altra volta riunirsi il carbonio, l'idrogeno e gli altri elementi formando un materiale plastico-organico e produrre così un germe? Però quelle che questi dilettanti chiamano combinazioni organiche non sono affatto tali, ma bensì sono delle combinazioni chimiche che contengono le parti costituenti delle prime. Il taurino uscito dal laboratorio del chimico e quello proveniente dalla bile non si fanno distinguere l'uno dall'altro; esso è una combinazione a formare la quale concorrono le forze chimiche e non già quelle dell'organismo. Laonde egli è chiaro come la luce del sole che nel corpo vivente agiscono puranche le forze chimiche. Ciò che trent'anni addietro la chimica sosteneva senza poterlo provare, oggi lo prova. Sotto la influenza di una causa non chimica agiscono nell'organismo anche delle forze chimiche. Solamente come conseguenza di questa causa dominante e non già da sè si coordinano gli elementi e si riuniscono per formare l'urea ed il taurino, nel modo stesso come la volontà intelligente del chimico comanda loro di combinarsi fuori del corpo. E così ancora gli riuscirà un giorno di produrre la chinina, la caffeina, le sostanze coloranti delle piante, e tutte le altre combinazioni che posseggono proprietà meramente chimiche e non già vitali, e di cui le minime particelle assumono forme cristalline, le quali sono determinate nella configurazione e nella struttura da una forza che al certo non è organica. E però non riuscirà giammai al chimico di produrre nel suo laboratorio una cellula, una fibra muscolare, un nervo; di produrre in una parola una parte

qualunque veramente vitale dell'organismo, e quindi molto meno l'organismo stesso. Chiunque abbia veduto una volta il carbonato di ammoniaca, il carbonato o il fosfato di calce, un minerale di ferro o un minerale che contenga potassa, troverà *a priori* impossibile che da cosiffatti corpi, per effetto del calorico, dell'elettricità, o di un'altra forza della natura, possa mai venir formato un germe organico capace di propagarsi e di svilupparsi.

Le forze della natura inorganica non possono mai creare se non cose inorganiche: in virtù di una forza superiore attiva nel corpo vivente a cui si trovano subordinate le forze inorganiche s'ingenera la sostanza organica dotata di proprietà vitali e di proprie forme, che sono in tutto differenti da quelle di un cristallo.

Un secolo addietro si credeva ancora fermamente, che i pesci e le ranocchie nelle paludi, che le piante ed ogni specie d'insetti sgradevoli potessero nascere da sè in mezzo ai mescugli fermentanti o putrescenti, come anche nella segatura umida. Se questo fosse il vero, non si potrebbe negare che in simili circostanze avesse potuto un tempo da sè ingenerarsi un uomo, nè che si sia ingenerato. Ma la esatta investigazione delle cose naturali ci fa vedere che tutte queste opinioni tenute per altrettante verità si trovano poggiate sopra osservazioni erronee e superficiali; giacchè in tutti i casi ben'esaminati si sono sempre rinvenuti i germi, le semenze o le uova, da cui le piante e gli animali si sono sviluppati durante il processo dissolutivo delle materie organiche al contatto delle quali si trovano i loro germi. Ma un uovo o una semenza sono generati da un organismo.

Molti filosofi hanno sostenuto che la vita e la materia hanno esistito *ab eterno*, e che quella, come questa, non abbia mai avuto principio.

Le più esatte investigazioni della natura hanno dimostrato, che la terra in un certo periodo possedeva una temperatura così alta che rendeva impossibile ogni vita organica; di già a 78° il sangue si coagula. Onde la scienza ne inferisce che la vita organica sulla terra ha avuto un principio. Queste verità pesano molto, e se fossero il solo acquisto fatto nel secol nostro, esse basterebbero perchè la filosofia dovesse esser grata alle scienze naturali.

Gli stessi dilettanti delle scienze naturali che non sanno che cosa sia una febbre, una infiammazione, un catarro, e che ignorano come si forma il sangue o a quali funzioni è destinata la bile, questi fanciulli nella cognizione della natura pretendono di

conoscere e di sapere spiegare al pubblico credulo sempre ed ignorante qual sia la genesi dei pensieri, e di fornire delle dilucidazioni sulla natura e l'essere dello spirito umano. L'uomo spirituale, così dicono, è il prodotto dei suoi sensi; il cervello genera il pensiero la mercè di un tramutamento della materia, e sta al pensiero come il fegato sta alla bile; e siccome la bile perisce col fegato, così anche lo spirito muore unitamente al cervello.

Quando voi spogliate le argomentazioni di questa gente dalle frasche e ciarle, di tutti i sofismi che agli occhi dello scrutatore o del pensatore altro non sono se non una nebbia irradiata, vi resta, che le gambe esistono per camminare ed il cervello per pensare, e che il saper pensare si debba apprendere come il fanciullo impara a camminare; che non ci è dato di poter camminare senza gambe, nè di poter pensare senza cervello; che un guasto nell'istrumento di locomozione cambia il modo di camminare, come una lesione dell'organo del pensiero guasta il pensare. E però, nè la carne, nè le ossa, di cui si compongono le gambe, si muovono, ma bensì esse vengono mosse la mercè di una causa, la quale non è nè carne nè ossa; esse sono gl'istrumenti di detta forza; nè altrimenti quella massa molle che noi chiamiamo cervello è l'istrumento della causa che ingenera il pensiero. Il cervello è il solo organo interno sopra il quale la volontà dell'uomo esercita direttamente un potere; nè su i movimenti del cuore, nè su quelli dello stomaco la volontà ha una influenza diretta; ma l'influenza che uno schiaffo a tempo debito applicato ad uno scolare esercita sulla facoltà d'imparare un teorema matematico, questa influenza io dico, la conosce ogni maestro. L'occhio e l'orecchio sono gli strumenti adattati alla percezione delle onde che la luce o il suono imprimono all'aria.

I dilettanti sostengono che i pensieri sieno prodotti del cambiamento della materia del cervello, non altrimenti che la bile sia il prodotto del cambiamento della materia del fegato. Ma la fisiologia scientifica finora non ha alcuna contezza dei rapporti che esistono tra la bile e il cambiamento della materia del fegato, ovvero tra ciò che si segrega e l'organo della segrezione. Quello che la chimica intorno a questo ha ritrovato prova che gli elementi della bile non stanno in alcun rapporto con quelli del fegato.

Come un'arpa d'Eolo manda suoni allorchè il vento ne commuove le corde, così pensa il cervello, la mercè di un cambiamento della materia, ode l'orecchio e vede l'occhio; ma però l'orec-

chio non ode la musica, l'occhio non vede il sole radiante o l'albero che verdeggia; esso non risente il linguaggio di due begli occhi lucenti che su di lui irradiano l'amore; nè i nervi sentono il dolore, il cambiamento di temperatura, la mollezza o la solidità delle cose, nè se esse sieno tonde o acuminate. Lo spirito dell'uomo non è già il prodotto dei suoi sensi, ma sono al certo gli effetti operati da questi ultimi che vengono prodotti dalla sua intelligente e suprema volontà.

Noi sappiamo come sia un cambiamento della materia quello che ingenera la forza d'azione nella macchina a vapore. Il legno, i carboni abbruciano e cambiano così le loro proprietà. La mercè di un cambiamento della materia, come sarebbe la soluzione di un metallo in un acido nella colonna galvanica, si dà luogo ad una corrente elettrica, e questa è suscettibile di esser mutata in una magnete atta a dar movimento ad una macchina. Laonde tutto c' induce a credere che anche nel corpo animale la forza meccanica che determina il movimento delle membra, sia volontario o involontario, si trovi in connessione col cambiamento della materia, e ciò più segnatamente nel sistema muscolare; ma pure ciò non pertanto il rapporto di connessione ci è ancora del tutto ignoto. Quello che solo finora ne sappiamo è che la forza meccanica non viene già a ingenerarsi nell'organismo in quella guisa che nella macchina a vapore; come pure che essa non può venire spiegata per mezzo delle leggi dell'elettricismo finora a noi note. Noi però sappiamo, che un cambiamento della materia si effettua in tutte le parti del corpo; che il consumo della forza meccanica esercita una ben determinata influenza sopra tutti gli organi e sull'intero meccanismo del corpo; che la volontà di un uomo molto sfinito per una lunga corsa, o per una pesante fatiga, scema di attività e di potere, giacchè l'effetto di un simile consumo si risente anche dal cervello che è l'organo del pensiero. Però di un cambiamento il quale segua nella materia del cervello, e dal quale il pensiero s' ingenerasse, la scienza, assolutamente parlando, non sa cosa alcuna. Tutto ciò che noi sappiamo si riduce all' adagio comune, che una testa cioè senza cervello, nè pensa, nè sente.

La mercè dell'elettricismo noi produciamo magnetismo e calorico: ciascuna di queste forze possiede la proprietà di esser tramutata in un equivalente di forza meccanica. Esse certamente hanno parte in ogni tramutamento materiale che si opera nella sostanza delle parti del corpo; ma è cosa del tutto impossibile il

poter ritenere come le forze che producono una pressione o un traimento, una ripulsione o un'attrazione, una espansione o una locomozione, operando ciascuna da sè, ovvero tutte unite, ingenerassero l'*esser conscio di se stesso.* Se ciò fosse vero, si dovrebbe altresì verificare, secondo la legge della conservazione ed indistruttibilità della forza, che sarebbe possibile il poter muovere dei pesi solamente col *pensiero;* ovvero il poter produrre la mercè sua il magnetismo, l'elettricismo, o il calorico. Se le funzioni spirituali fossero davvero le *conseguenze*, e non già le cause de' tramutamenti della materia, l'esser conscio di sè stesso e il tramutamento di quella dovrebbero serbare l'identico rapporto; la qual cosa importerebbe che ciascun uomo dovesse esser conscio della propria dipendenza, mentre al contrario ciascuno porta in sè il giusto sentimento del suo libero arbitrio.

Quelli tra i cultori delle scienze naturali, i quali vollero conoscere interamente le leggi della vita organica, riconobbero come le forze fisiche e chimiche agiscano in essa, onde rivolsero segnatamente a queste la loro attenzione; nè obbliarono le cose già note. Essi cominciarono dal fare astrazione di tutte le altre forze nel fine di pervenire a conoscere sino a qual punto, così la fisica come la chimica, fossero bastevoli a dar ragione della vita e dei suoi fenomeni. E dove queste scienze si ritrovano insufficienti, là appunto subentra un principio nuovo ed ancora ignoto, che rapidamente vien dapprima circoscritto e dipoi più chiaramente definito. Or siffatto metodo di esclusione a molti sconosciuto e dai più non compreso ha fatto sì che si desse luogo alla falsa credenza, che gli uomini cioè i quali sono intesi a stabilire le vere condizioni fisiche e chimiche della vita, non riconoscessero in guis' alcuna una causa distinta dalle forze fisiche e chimiche, che per sè stessa agisca in ogni organismo.

E però a non meritar la taccia d'ingiustizia verso i propugnatori del materialismo, fa mestieri che noi considerassimo come le loro idee in fondo altro non sono, se non l'estrema conseguenza di quella reazione che surse contro alle dottrine che erano ancora in voga pochi anni or sono. La fisiologia surta nella scuola dei filosofi naturali mancava di qualunque appoggio proveniente dallo studio esatto e dall'esperienza. Tutti i processi della nutrizione, della respirazione e del movimento furono spiegati da essi per mezzo di una sola causa e immaginaria, la *forza vitale.* Secondo le opinioni di quel tempo, le forze fisiche e le chi-

miche non hanno alcuna parte nel corpo, e questo produce il ferro, di cui ha bisogno, in un suo proprio modo non altrimenti che produce il calorico. La più esatta investigazione della natura ci ha però dimostrato che tutte le forze della materia effettivamente hanno parte nel processo organico; ed è da ciò che la reazione del materialismo sostiene oggi in contrapposto, che le forze fisiche e chimiche determinano ogni fenomeno della vita, e che oltre ad esse nessun'altra agisca nel corpo. Però in quella guisa medesima che i filosofi naturali non riuscirono mai a dimostrare come fosse la loro *forza vitale* quella la quale tutto operasse, anche i materialisti di ieri l'altro non han saputo provarci che l'operassero le *forze inorganiche*, nè come le medesime fossero bastanti ad ingenerare l'organismo ovvero lo spirito. Tutt'i loro argomenti come quelli dei tempi andati non si poggiano sulla conoscenza di ciò che ha luogo nei processi della natura, ma bensì sulla più compiuta ignoranza dei medesimi. Il vero sta nel mezzo: esso s'innalza al di sopra di ogni esclusività di metodo, riconoscendo un solo principio che determina le forme, una sola idea che nelle e per le forze fisiche e chimiche domina nella vita organica.

LETTERA XXIV.

Forse non vi ha altro esempio che più chiaramente fosse atto a rilevare la differenza tra l'odierno ed il passato metodo d'investigare e d'interpetrare i fenomeni che la natura ci appresenta, di quello che lo sia la così detta combustione spontanea del corpo umano, la quale come un fatto positivo fu riconosciuta dalla medicina, e riguardata come un soggetto degno di richiamare l'attenzione dei medici scienziati, affinchè se ne occupassero per darne la spiegazione.

Più di un secolo addietro (nel 1725) si rinvennero gli avanzi della moglie di un'abitante di Remo (nella Sciampagna) chiamato Millet, la quale si era abbruciata nella cucina, alla di-

stanza di un piede e mezzo dall'aperto cammino. Del corpo altro non rimase se non talune parti della testa, delle gambe e delle vertebre. MILLET aveva una bella servetta; ciò fece sospettare ch'egli fosse l'assassino di sua moglie, onde subito dopo fu processato criminalmente; ma gli esperti della scienza che furono interpellati nella causa attestarono essere stata quella una combustione spontanea umana, e MILLET fu dichiarato innocente. Questo è il primo, o almeno uno dei primi casi di questa così detta combustione umana. Come facilmente si rileva, l'idea della combustione spontanea nacque in un tempo in cui si avevano delle conoscenze affatto erronee sulla causa e sulla natura della combustione. Quello che in generale avviene in una combustione non è conosciuto che da 70 anni a questa parte (da LAVOISIER); e quali siano le condizioni che si debbono riunire affinchè un corpo continui a bruciare, le sappiamo solo da 40 anni (da DAVY).

Dal caso cennato insino ai nostri tempi ne sono accaduti altri 45, o 48, i quali si somigliano quasi tutti gli uni e gli altri per ciò che siegue: 1° accaddero in tempo d'inverno; 2° in persona di bevoni di acquavite nello stato di ubbriachezza; 3° in paesi ove le stanze si riscaldano la mercè dei cammini aperti e dei bracieri, come in Inghilterra, in Francia ed in Italia; nella Russia o nella Germania, ove il riscaldamento si effettua per mezzo delle stufe, i casi che si numerano tra quelli della combustione spontanea sono rarissimi; 4° non si è trovato mai un testimonio oculare della combustione; 5° nessuno dei medici che hanno raccolti i fatti e che hanno tentato di darne la spiegazione, ha osservato l'atto e gli antecedenti della combustione; 6° non si è saputa di nessuno in questi casi la quantità di materiale combustibile che vi era presente; 7° è rimasto altresì sempre ignoto il tempo trascorso dall'istante in cui cominciò la combustione fino al momento in cui si rinvenne il corpo bruciato.

Le descrizioni dei casi di morte seguita per la combustione spontanea che rimontano al passato secolo, non sono attestate da medici colti, ma bensì esse ci provengono da persone non istruite, inesperte nell'arte di osservare, e portano in sè stesse l'impronta dell'incredibilità. D'ordinario non vi si racconta se non che il corpo sia sparito rimanendo nella stanza solamente una macchia grassa e qualche residuo di ossa. Che ciò sia impossibile lo sa ognuno; poichè il più piccolo pezzetto di osso diventa bianco nel fuoco e diminuisce alquanto di volume; ma sempre dopo la combustione

ne rimane tra il 60 e il 64 per cento, e quasi sempre gli resta pure la sua forma primitiva.

Ad eccezione di pochissimi casi (Il Dott. FRANCK, autore di una delle ultime memorie che si sono pubblicate sulla combustione spontanea, ne cita solamente tre), si è sempre rinvenuto che il fuoco dal di fuori, una scintilla, una candela accesa, un carbone incandescente, abbiano cagionata l'accensione.

I più distinti e dotti medici (DUPUYTREN, BRECHET), i professori di medicina legale (tra' quali DEVERGIE), ritengono come non degni di fede, perchè nè provati, nè verosimili, tutt' i casi in cui si ammette che il corpo di per sè, senza esterne cagioni, come un lume, un carbone acceso, una scintilla, abbia cominciato e continuato ad ardere. Il Dott. FRANCK (*Vocabolario enciclopedico, Berlino 1843*) tra i 45 casi raccolti da lui ne accetta tre, ed in questi soli egli ammette che ciò abbia potuto aver luogo.

Un esame più esatto del più importante dei tre citati casi ci farà vedere quale sarà il giudizio che ne dovremo dare. Esso fu raccontato da BATTAGLIA, chirurgo in Ponto-Boslo, nell'anno 1787, epoca in cui generalmente parlando la chirurgia trovavasi ancora in Italia poco al di sopra di ciò che noi oggi chiamiamo bassa chirurgia (1).

Un sacerdote di nome BERTHOLI va alla fiera di Filetto onde sbrigare talune sue faccende; egli pernottò in casa di un suo cognato che colà dimorava. Nella sua stanza BERTHOLI, si fece mettere un fazzoletto tra le spalle e la camicia e dopo trovandosi solo si pose a leggere il breviario. Pochi minuti dopo si sentì un rumore non ordinario nella sua camera, egli fu inteso gridare, e le genti che accorsero lo trovarono disteso sul pavimento e circondato da una leggiera fiamma, la quale all'avvicinarsi della gente si staccò dal corpo e più non si vide.

Si rinvenne la cute esterna del braccio destro e quella del piano dalle spalle in giù fino ai lombi distaccata dalla carne. Le spalle custodite dal fazzoletto erano illese, ed il fazzoletto mede-

(1) A confutare la leggierezza e l'insultatrice assurdità di questa frase, e mostrare qual era, nell'epoca citata di sopra, la chirurgia in Italia, a noi basta di citare, fra i moltissimi che degnamente la rappresentavano, i nomi, noti già a tutto il mondo scientifico, di GUATTANI, FRONCILLO, TROYA, GALLI, NANNONI, BERTRANDI, BRAMBILLA, MALACARNE, CALZA, PALETTA, NESSI, FLAIANI, ASDRUBALI, MONTEGGIA, VACCA'-BERLINGHIERI, BORGHI, ASSALINI, BONIOLI, AMANTEA, SCARPA, ec. — *Trad.*

simo non mostrava indizio veruno di accensione; in tutte le parti lese la camicia era arsa, ed ove le vestimenta non erano rimaste bruciate non era visibile alcun segno d'incendio; i sottocalzoni e le gambe non furono toccate dal fuoco.

Il Dott. Marc (*Dictionn. des Sc. médic.* tom. VI p. 85) attribuisce a questo caso una importanza particolare, e sostiene che il medesimo fornisca degli schiarimenti sulla causa che determina il fenomeno della combustione spontanea umana in generale, ritenendo che la si dovesse rinvenire nell'elettricità.

Questo caso è il sostegno principale dell'opinione che una combustione da sè stessa ingenerata sia possibile, e vi si è attaccata l'idea di un fuoco tutto particolare, il quale abbrucia le sostanze animali, senza infiammare le altre sostanze combustibili che a quella stanno intorno. Ma però nè il Marc nè il Franck, che dividono questo dagli altri casi, fanno menzione della circostanza citata dagli altri relatori, più coscienziosi ed esatti (Devergie e Munke), che cioè nella stanza del sacerdote, prima della combustione del medesimo, vi era una lampada piena di olio, la quale dopo fu trovata vuota ed il lucignolo di essa ridotto in cenere.

Se si considera, che il corpo si trovava bruciato solamente nei siti ove la camicia era arsa; che tutte le altre parti ove ciò non avvenne non mostravano traccia alcuna di combustione, ed altresì che la cute non era mica bruciata o carbonizzata, ma semplicemente staccata (essa pendeva in stracci), mentre la camicia era del tutto arsa e ridotta in cenere, non è certamente cosa ammissibile che il prender fuoco e la combustione della camicia sieno state cagionate dalla cute, la quale non ardeva; onde non vi rimane altra spiegazione se non quella che la camicia abbia preso fuoco, e che le lesioni del corpo siano state la conseguenza della combustione di essa aderente alla superficie di questo. La presenza della lampada ad olio la quale, come mostra l'olio consumato, dovette ardere, rimuove ogni dubbio sulla causa che ingenerò il fuoco.

In certi casi della così detta combustione spontanea umana si è osservato dopo il fatto avvenuto, che taluni oggetti facilmente infiammabili, i quali si trovavano in vicinanza del corpo bruciante, non avevano preso fuoco, e, questa circostanza ritenuta come cosa assai singolare, si è conchiuso doverla ascrivere all'azione di un fuoco del tutto particolare, differente dall'ordinario. Il caso narrato da Battaglia ci fornisce un esempio manifesto di questo mo-

do di argomentare. Così egli narrà che il berrettino a spicchi di Bertholi sia stato interamente distrutto dal fuoco, senza che i capelli fossero rimasti affatto arsi; egli asserisce ancora di potere assicurare personalmente questo fatto come conforme alla verità. Se vogliamo ammettere che il sacerdote aveva il berrettino sulla testa, ciò che il narratore certamente suppone (poichè se il berrettino fosse stato depositato sulla sedia e colà si fosse bruciato, il non abbruciarsi dei capelli non avrebbe certamente destate le meraviglie in esso), è questa una circostanza causale, dalla quale nessuno potrà conchiudere come il fuoco che distrusse il berrettino fosse stato un fuoco tutto particolare; qual che si fosse sano o morboso lo stato del prete, certo è che il berrettino non ne partecipava; il berrettino non era malato, e perciò in esso non esisteva causa veruna onde da sè andare in fiamme, nè in quella fiamma vi era un fuoco differente da tutti gli altri che ardono capelli.

Questo solo esempio basterà onde provare la incredibilità dei tre casi separati in cui si ammette che abbia avuto luogo una combustione, senza che nelle vicinanze si fosse trovato del fuoco; casi però che si rapportano solamente ad uomini e non già a femmine (1).

(1) L'altro esempio che si è citato non meriterebbe propriamente che un uomo colto lo ripetesse. Poichè, come si narra, all'individuo su cui ebbe luogo il fenomeno, si arsero le dita della mano destra, le quali comunicarono il fuoco ai calzoni, e quando fu toccato l'individuo, anche alle dita della mano sinistra, questo fuoco continuava ad ardere anche nella sabbia e non si poteva estinguere versandovi sopra dell'acqua.— Il terzo caso avvenne in persona di un prete in America. Egli si sentì pungere nella coscia sinistra come se gli fosse stato tirato un capello, e vide in questa parte del corpo una leggiera fiamma, la quale coverta con la mano si smorzò lasciando una macchia di scottatura lunga 3, e larga 3/4 di pollice. Anche in questo caso gli abiti al di sopra del sito arso erano bruciati insino alla cute, la quale rimase illesa non mostrando nemmeno una bolla; la cute era come se fosse stata grattata, assai secca e di un colorito scuro (*Overton, American Journal 1835 Nov.*). In persona di fumatori di sigari questo caso potrà spesse volte avverarsi, ma il modo come vien narrato somiglia a uno dei così detti *puff americani*. Sul caso poi avvenuto in persona della cucitrice Heinz di anni 17 in Amburgo, Devergie (*Dict. de Méd. de Chir. 575 tom. v*). dice: » il corso della guarigione dei siti abbruciati distrugge ogni supposizione » alla quale potrebbe dar luogo relativamente ad una combustione spontanea ». Il Dott. Franck (*Encyclopädisches Wörterbuch* vol. 3 p. 528) sullo stesso caso dice; » divido il parere di Kühn e di Devergie che la isterica » Heinz abbia saputo ingannare il defunto Fricke, poichè non vi era pré-

L'idea di una accensione spontanea umana ed in conseguenza di essa di una combustione, è talmente opposta a tutte le leggi generali di quest'ultima ed alla ben nota costituzione del corpo umano, che la vera scienza sin'oggi non ha preso affatto notizia delle narrazioni e delle spiegazioni che se ne fanno.

In quanto poi agli ultimi 45 o 48 casi avvenuti di una così detta combustione spontanea, gli scrittori che se ne sono occupati non presuppongono che le persone le quali vi hanno perduta la vita avessero preso fuoco da loro e si fossero ridotte in fiamme e dipoi in cenere; essi tutti concedono che vi era presente una causa esterna, cioè il fuoco; essi ammettono che il fuoco si sia comunicato al corpo, e che così questo si sia infiammato, ma che però abbia continuato a bruciare senza che il fuoco esterno abbia continuato ad agire su di esso. Essi convengono che il corpo umano non sia facile a bruciare da sè, ma che la carne, la cute e tutte le altre sue parti per effetto di uno stato anormale prodotto dall'abuso di liquori spiritosi, o da altre cagioni, possano diventare più facili ad abbruciarsi, ma non combustibili come un pezzo di legno spaccato che quando è acceso e vien posto sul suolo non continua più a bruciare, ma bensì come un fascio di paglia o una candela di sego, che una volta accesi continuano a bruciare fin quando non ne rimane più niente, o solamente la cenere o il carbone.

Se cento venticinque anni fa qualcuno ha emesso il suo giudizio, che cioè degli uomini possano abbruciare nel modo anzidetto; e se da quel tempo insino a noi si è conservata la stessa opinione per 48 simili casi, ciò non è al certo una pruova che siffatta opinione sia conforme alla verità.

Vi sono dei documenti storici per un fatto che p. e. qualche persona in una data città, in un dato giorno, ed in una data ora, sia stata rinvenuta morta ed abbruciata; ma non vi ha documenti storici che comprovassero la verità dell'opinione che la persona si sia bruciata da sè; nè del pari vi ha documento storico alcuno per dimostrare la verità dell'opinione, che esista cioè uno

» sente alcuno alla combustione ». Il caso più recente riportato dal giornale *Des Débats* del 24 febbr. 1850 è uno dei così detti *palloni* del giornalismo che come ben si sa ritornano periodicamente, imitando in ciò il gran serpente marino il quale è stato tante volte veduto e descritto dai viaggiatori americani e dai marinai amanti tutt'altro che di dire il vero.

stato anormale del corpo umano, mercè cui esso fosse capace di acquistare la combustibilità di un fascio di paglia.

Laonde per ritenere una tale opinione come vera debbono innanzi tutto venir rifermati come veri e non più soggetti ad esser rivocati in dubbio i motivi su cui essa si appoggia, come altresì ben conosciuti i fatti dai quali questi motivi hanno origine.

Affinchè la prima parte della cennata opinione venga provata non si deve solamente provare come sia cosa possibile che un pezzo di carne posto nelle predette condizioni diventi combustibile, ma si deve provare ancora che la detta combustione abbia cominciato dalla carne. Si deve provare che uno stato anormale, quale esso vien supposto, esista di fatti, e che le persone abbruciate si siano veramente trovate in essa.

Tutto ciò non si è fatto. Nessuno di coloro che sostengono la teorica della combustione spontanea, o di quelli che come scrittori si sono data la pena di conservarla alla loro scienza e di appoggiarla, si è giammai occupato a istituire esperimenti, onde studiare l'effetto che il fuoco produce sulle materie organiche (1); nessuno di essi in vita sua ha giammai osservato un caso di malattia per effetto di cui il corpo, sia vivente sia morto, diventi più facilmente o in un tempo più breve combustibile; nessuno di essi è capace d'indicare i segni che caratterizzano uno stato di tal fatta.

I sostenitori della teorica della combustione spontanea dicono, che ad onta di tutto ciò che la odierna scienza della natura insegna, essa non sia pervenuta a confutare la possibilità della combustione spontanea, nè i fatti citati e avvenuti in uomini vivi o morti. Essi si scusano dicendo che non è di loro pertinenza lo spiegare come siffatta combustione abbia luogo, ma il sostenere semplicemente come davvero lo abbia avuto; e ritengono per fermo che i casi di morte avvenuta ne forniscono delle pruove manifeste. Quanti fenomeni non sono in natura, essi dicono, i quali la scienza non può ancora spiegare, senza che perciò i detti fenomeni cessassero di esser veri? Quante forze della natura vi esistono e che non sono finora conosciute e di cui la odierna chimica non ha nemmeno quel che dicesi un presentimento? Ed è forse cosa giusta e d'approvarsi, o almeno convenevole il negar fede

(1) Julia-Fontanella mercè degli esperimenti da lui istituiti ha modificato essenzialmente la sua prima opinione.

alle testimonianze di tanti uomini che si sono dichiarati per la combustione spontanea e dare ad essi la taccia di menzogneri o di sciocchi sol perchè non si è della loro opinione?

Tutti questi argomenti non sono al certo delle pruove valevoli a giustificare una opinione, poichè è solo con simili argomenti che si suol prendere a sostenere e difendere ogni sorta di pretensioni contraddette dal sano criterio degli uomini; essi si aggiustano a tutto ciò che si ha in mente di sostenere senza provarlo. Questi signori si scordano affatto, come nessuno vi ha che dubiti della verità dei casi di morte avvenuta per la combustione, e dell'esistenza di moltissimi fenomeni non ispiegati ancora; il fatto è certo, ma la spiegazione di esso non è certa. Ciò che questi signori vogliono sostenere non è mica il fatto; e il fatto in sè come avvenimento riman sempre vero, nè ha mestieri di essere sostenuto da essi. Ma non è vero però che il caso di morte abbia avuto luogo nel modo da essi immaginato, nè che solo si possa spiegare la mercè di questo medesimo modo. È falso adunque ciò che essi dicono, di non pretendere cioè di spiegare il caso, giacchè essi lo spiegano di fatti, sostenendo che il corpo da per sè e senza aggiunzione di veruna cosa che venisse dal di fuori, il che val quanto dire, per effetto di una causa insita in lui, sia divenuto combustibile e sia arso. Ma per intendere siffatta spiegazione e per accertarsene, fa mestieri che si chieggano le ragioni sulle quali essa si poggia, e qualora si verifichi che non ne esistano di sorta alcuna, o che le addotte si trovino false, in contraddizione cioè con le verità note e non soggette a controversia, non si potrà certamente ritenere per vera la loro spiegazione del come ed in che modo un uomo possa di per sè prender fuoco.

Se un medico dichiara che un uomo sia morto per soffocamento e per infiammazione dei polmoni, si suppone che egli sappia ciò che è avvenuto, che conosca cioè la malattia che precedette la morte; ovvero che dopo la morte egli debba aver trovati e riconosciuti i segni caratteristici del soffocamento, o quelli dell'infiammazione dei polmoni dopo la sezione cadaverica. Qualora tutto ciò rimanesse ignoto, è possibile che nemmeno l'uomo più esperto sia in grado di pronunziare la sua opinione sulla causa della morte.

La opinione che un uomo possa di per sè bruciare non si poggia sulla conoscenza degli antecedenti, ma si poggia bensì sull'opposto della cognizione, sull'ignoranza cioè di tutte le cause

o condizioni che hanno preceduto e determinato la combustione.

Poniamo il caso che un uomo sia morto repentinamente, ed una quantità di circostanze portassero a credere che egli fosse stato avvelenato; si ordinano gli esperimenti, la sezione cadaverica e le indagini chimiche, ma non vi si rinviene segno di avvelenamento, nè si trova alcun veleno. Or fondandosi sulla tradizione che un secolo e più addietro abbia esistito un veleno con cui molti uomini vennero spenti, cioè l'*acqua tofana*, veleno che sfuggiva a tutte le indagini e che cagionava la morte senza lasciare alcuna traccia del suo effetto; se coloro a cui fu dato l'incarico di far l'esame del morto dichiarassero che, non esistendo segno veruno della causa della sua morte, si dovesse conchiudere che questa sia avvenuta la mercè di questo veleno italiano, che direbbe un uomo intelligente di un parere di tal fatta? e che penserebbe se, alla dimanda fatta loro di dire che cosa fosse l'*acqua tofana*, i detti esperti rispondessero, che ciò s'ignora, come s'ignorano ancora molte altre cose, e che non pertanto la esistenza di quell'acqua fosse un fatto indubitato?

In una posizione simile a quella di cotesti esperti si mettono coloro che sostengono, che la morte possa esser cagionata da una combustione spontanea. In una stanza si rinviene una donna o un uomo morto ed abbruciato; gli esperti sono richiesti per dare il loro parere su ciò che è avvenuto, ma non si trovano nel caso di provare in che modo l'incendio sia ingenerato e si sia trasmesso al corpo; come altresì essi non si sanno dar contezza sul grado della combustione e della distruzione del corpo, e siccome da più di un secolo sono avvenuti dei casi simili, in cui si ritenne sempre per vero che la combustione sia ingenerata di per sè, o che al corpo sia stato comunicato il fuoco da una causa esterna ed abbia di poi continuato a bruciare da sè, essi annoverano il caso in parola tra tutti gli altri che son conosciuti e lo spiegano nel modo stesso in cui questi furono spiegati.

E siccome non riuscì loro di rinvenire delle pruove che la morte sia stata prodotta da cause esterne, nè che la distruzione del corpo sia stata determinata da materiale combustibile del di fuori, ignorando essi tutto ciò che ha preceduto la morte, mettono in campo una causa positiva, per la esistenza della quale mancano tutte le pruove, e che non solo è dubbia nel più alto grado, ma è ancora contraddittoria alle leggi ben note della combustione ed alla combustibilità del corpo umano.

Laonde avviene che, per ispiegare un fatto accaduto che non si capisce, si chiami in aiuto una causa la quale anch'essa non si capisce. Invece dunque di dire semplicemente che il caso a loro sottomesso non sia spiegabile per mancanza di sufficienti punti di appoggio, essi sostengono che appunto questa mancanza sia la pruova del come abbia avuto luogo il caso della combustione spontanea, che essi per mancanza di sufficienti appoggi non sanno spiegarlo, ma che ciò non pertanto sia vera, perchè da più di un secolo si sono sempre spiegati i casi simili nello stesso modo.

La insufficienza e la inesattezza di questo ultimo modo di argomentare non meritano a dire il vero di esser provati ulteriormente.

Gli scrittori che hanno abbracciata e difesa la opinione che la combustione spontanea esista e che la si debba ritenere per certa, non sono degli uomini i quali per la loro posizione nella società, o per le loro occupazioni, si trovino in grado di conoscere bene gli effetti che il fuoco produce sopra i corpi animali, come vi si trovano p. e. i cuochi o le cuoche; e però essi sono senza eccezione persone che non hanno giammai avuta occasione di vedere o fare osservazioni su questi effetti.

Le ragioni che essi adducono, le prendono, contro ogni regola di argomentazione, dal caso stesso; la morte e la distruzione del corpo, di cui appunto si vuol conoscere la causa, vengono citate come una pruova che la causa da essi inventata sia vera.

Per mezzo della pretesa esistenza della combustione spontanea si spiegano i casi che accadono, e questi stessi casi che sono da spiegarsi vengono citati come altrettante pruove della medesima.

Come un'altra pruova principale della combustione spontanea si fa osservare che, nella maggior parte dei casi conosciuti, la distruzione del corpo operata dal fuoco abbia avuto luogo in tal guisa da non essere possibile il supporre che vi si sia trovato fuori del corpo tanto materiale combustibile quanto ne farebbe mestieri per effettuarla, e che appunto perciò vi abbia dovuto agire anche una causa nell'interno del corpo, val quanto dire, che il corpo per la sua propria massa abbia dovuto nutrire il fuoco.

In quanto al materiale combustibile, che si ritiene non esservisi ritrovato in quantità sufficiente, è questa una supposizione molto incerta, imperocchè il fuoco, come causa della morte o della combustione, presenta una particolare proprietà sua, la quale

consiste in ciò, che esso consuma la materia di cui si nutre, di tal che questa, dopo l'effetto prodotto, non ne rimane inalterata come rimane inalterato un coltello con cui un uomo sia stato ucciso.

Egli è dunque impossibile di giudicare dopo la combustione la quantità del combustibile esistente prima di essa, giacchè quello che ne rimane è solamente una parte del tutto che ha agito, e quella parte la quale ha prodotto l'effetto sparisce appunto, consumandosi.

Per giudicare poi gli scrittori che sostengono la combustione spontanea, e per ben ponderare quanto essi sieno coscienziosi e veridici, fa mestieri prima di tutto che si abbia sott'occhio la loro capacità di giudicare. Un giusto discernimento presuppone come condizione essenziale che essi avessero a ciò le cognizioni necessarie; che conoscessero ciò ch'è una combustione in generale, come altresì quello che in questa si verifica; che avessero di già prima osservati dei casi di combustione; che si fossero sinceramente risoluti di voler indagare il vero andamento del fatto; tutto ciò che potesse contribuire a spiegarlo, e di voler convincersi solo per mezzo di questo e non di altro.

Giudicando in tal guisa qual fede si possa accordare a coloro che hanno scritto sulla combustione spontanea, altro non resta di tutto ciò che essi sostengono ed opinano se non la narrazione di uno o più casi di morte per combustione. Io ho già di sopra fatto notare come nessuno di essi si sia trovato mai presente nell'atto di una simile combustione; essi attingono i casi che raccontano o da vaghi articoli dei giornali, o narrano seguendo le orme di altri narratori i quali anch'essi non hanno mai veduto alcun caso di tal fatta. Tutti senza eccezione ammettono come vera la credenza che la combustione spontanea esista davvero; onde quello di che si occupano non è un esame, ma bensì l'esposizione di un fatto che naturalmente essi non hanno mai visto.

E però da quello che si è detto chiaramente si rileva quale sia il grado di coltura che questi uomini hanno raggiunto, e quanto essi sieno poco idonei a dare un parere giusto e competente sopra questi fatti. Generalmente essi si avvalgono delle narrazioni che altri fanno di certi fatti dei quali nulla si sa positivamente circa il come sieno avvenuti, e sopra questi fondano la teoria che hanno inventata. Vien rilevato ciò che nelle narrazioni depone per la teoria, e di tutto il resto che ad essa è contrario e che la confuta, o non se ne fa parola, o vien considerato come una co-

sa secondaria. Essi non sono gli scrutatori della esistenza e della verità della combustione spontanea, ma sono gli avvocati della medesima.

Non possiamo farci le meraviglie che cinquant'anni o un secolo addietro abbiano esistiti dei medici distinti i quali credettero alla combustione spontanea del corpo umano e la difesero; ciò avvenne in tempi in cui l'essere e la natura della combustione in generale erano poco conosciuti. Ma gli odierni scarabocchianti difensori di siffatta opinione sono per la maggior parte uomini che nè per robusti lavori, nè per esatte indagini hanno nella scienza acquistato il dritto di profferire un giudizio; essi mancano di capacità e del dono di esser osservatori, nè hanno le necessarie cognizioni; i loro nomi non sono altrimenti conosciuti, se non per essersi essi levati su come difensori di siffatta opinione.

La certezza con cui in molte opere di medicina legale si ripetono i casi conosciuti e con cui si spiegano le diverse teorie della combustione spontanea ha portato seco il grande inconveniente che una quantità di medici pratici ed istruiti, contro il loro proprio convincimento, fanno valere la pretesa combustione spontanea come se fosse veramente tale; e che essi non si pongono contro alle dicerie ed all'opinione comune per non essere stimati eretici.

È oramai risaputo che se oggigiorno un uomo viene accusato di aver ucciso un altro con un veleno, fa mestieri che prima di tutto venga ritrovato il veleno e che si dimostri come l'accusato se ne sia servito per mandare ad effetto quel misfatto. Nei tempi in cui non si conoscevano ancora i mezzi con cui scoprire i veleni con la maggior certezza, si faceva uso della tortura per iscoprirli. Non è necessario che qui rammentassimo quanto siffatto istrumento sia stato valevole a far confessare a migliaia di uomini, che sapevano fare stregonerie e magie. I roghi per gli stregoni e pei maghi non esistono più; e però non già perchè oggi la non esistenza degli stregoni fosse dimostrata, ma bensì perchè una illuminata conoscenza della natura è riuscita a convincerci, in maniera da non poterlo più revocare in dubbio, che tutto quello di che s'incolpavano quegl'infelici non si debba più ascrivere al demonio, ma ben vero a delle cause naturali. Queste migliaia di uomini furono condotti al patibolo dagli avvocati dell'opinione, che così la magia come la stregoneria fossero possibili e che veramente esistessero. Ma allorchè nei tempi consecutivi si studiarono le cagioni, si esaminarono diligentemente e si ponderarono con giustizia e coscienza

tutti i fatti su' quali quell'opinione era poggiata, si rinvenne che tutto ciò che le sembrava favorevole, sì trovava riposare sopra spiegazioni false, errori, e bugie.

Lo stesso vale anche per gli altri argomenti che i difensori della combustione spontanea hanno ricavati dall'esperienza e dalla loro scienza, onde poggiarvi sopra la loro teoria, rendere chiaro un fatto, o gli argomenti mercè cui si studiano di spiegarlo. Le illazioni ricavate dall'esperienza sono in parte vere, ma però non rispondono ai casi. Quelle improntate dalla scienza, così dette, illazioni teorctiche, sono false senza veruna eccezione, e quindi molto meno valevoli a spiegare i casi.

Così per esempio un macellaio di Neuburg ebbe, sono già 99 anni, un bue il quale era malato e molto gonfio; il macellaio aprì il bue e trovò che dal ventre di esso si emanava un'aria infiammabile, la quale accesa bruciava con una fiamma alta 5 piedi. Lo stesso fenomeno osservò Morton in un porco morto, e Ruisch e Bailly ebbero occasione di osservar ciò anche in cadaveri umani, che erano straordinariamente gonfi per lo svolgimento di aria in essi.

Poggiandosi sopra questi fatti, i difensori della combustione spontanea ritengono che nel corpo umano possa prodursi per effetto di malattia uno stato mercè cui vi si sviluppi un gas infiammabile, il quale si accumuli nel tessuto cellulare, e dipoi, quando venga acceso per effetto di una cagione esterna o per mezzo di una scintilla elettrica, determini la combustione del corpo. Or di leggieri si scorge in ciò che la conseguenza ed i fatti sopra i quali essa è poggiata non stanno tra loro in rapporto alcuno, poichè:

1° Uno svolgimento di gas nel tessuto cellulare si è verificato solamente in cadaveri divenuti molto gonfi; in questi casi però il gas non è scappato attraverso la cute, ma vi è stato mestieri di un taglio nella cute e nel tessuto cellulare; e benchè il gas abbia bruciato, il cadavere non ne rimase distrutto.

2° Non si è giammai osservato nelle persone morte per la pretesa combustione spontanea una gonfiezza prodotta da una specie di aria che si era accumulata nel tessuto cellulare, ma al contrario esse erano perfettamente sane. Chiaramente si vede adunque da ciò la insufficienza di cosiffatta spiegazione.

Un altro scrittore suppone che in certe malattie si produca un gas (fosfuro d' idrogeno) il quale all'aria si accende da sè, e che a questa sostanza tanto combustibile ed infiammabile debbasi

attribuire la spontanea combustibilità e la facile combustione del corpo umano.

Vi esiste di fatti un fosfuro d'idrogeno che all'aria si accende da sè, ma il gas in parola perde questa sua proprietà quando per pochi minuti si trova in contatto col gesso, coi carbon di legna, con della carta o con dell'olio di trementina. In quanto poi alla sua presenza nel corpo umano, non si è giammai osservata una simile combinazione nè allo stato sano nè allo stato morboso, come altresì nemmeno nei cadaveri durante la loro putrefazione; e, ciò che è ancor più da notarsi, il corpo umano non contiene fosforo in uno stato tale da poter dar luogo, sia qualunque il processo che in vita o dopo la morte in esso si effettui, ad una produzione di fosfuro bi-idrico.

Il fatto dell'esistenza del fosfuro bi-idrico non è in guis'alcuna a rivocarsi in dubbio; ma la formazione e la presenza sua nel corpo umano non sono affatto vere, nè alcuna esperienza accenna alla possibilità che vi si possa formare. Il fosfuro bi-idrico gassoso è finalmente in alto grado velenoso non meno di quello che lo è l'arsenico, e la sua presenza nel sangue di un corpo vivo è del tutto incompatibile con questa proprietà.

Altri ascrivono la facile combustione del corpo umano alla presenza in esso di una quantità non ordinaria di grasso, ovvero alla circostanza che per effetto di un uso immoderato di acquarzenti si trovasse come imbevuto di spirito alcoolico, e che perciò bruciasse come una lampada a spirito, o come una candela, allorchè vengono accese.

Questa opinione si fonda sopra un erroneo intendimento della combustione, e sopra la ignoranza delle condizioni dell'atto della combustione.

Una sostanza di difficile combustione non si può rendere facilmente combustibile per mezzo di una sostanza che sia facile a bruciare, ma solamente rimovendo la causa che la rende difficile alla combustione, o pure aumentandone la superficie e concedendo così all'aria in maggior ampiezza l'accesso indispensabile onde possa la combustione aver luogo.

Quando una spugna ordinaria da bagno o dei ritagli di carta s'imbevano di acquarzente o di altre sostanze alcooliche e vi si dà fuoco, nè l'una nè gli altri diventano perciò più combustibili di quello che lo erano di per sè stessi. L'acquarzente s'abbrucia e si consuma; forse quando è consumata s'abbruciano ancora i ritagli

di carta, ma in ogni modo essi non cominciano ad ardere se prima tutta l'acquarzente non si è abbruciata, nè però bruciano meglio di quello che avrebbero fatto se non fossero state bagnate coll'alcool. La spugna in queste condizioni non s'abbrucia.

E così ancora quando si butta un pezzo di carne nella sugna bollente e vi si dà fuoco, questa ultima arderà, ma la carne nè s'infiamma nè continua ad ardere quando anche tutta la sugna si fosse abbrnciata; la carne dunque non diventa più infiammabile la mercè della sugna bruciante.

Che un fascio di paglia bruci facilmente, ognuno lo sa; la causa della facile infiammabilità sua è che essa non forma una sola massa compatta, essendo ogni filo circondato di aria. Ma se la paglia è tagliuzzata, essa diventa meno facile ad accendersi, e se ne può anche smorzare un fuoco assai grande quando vi si butta tanta paglia tagliuzzata sino a che la massa ardente ne sia coperta. Questa ultima finisce allora di ardere, perchè dalla paglia tagliuzzata viene intercettato l'accesso all'aria.

Versando sopra un *pudding* (vivanda inglese) dell'acquavite e dandole fuoco, arderà l'acquavite e quando questa ha finito di ardere il *pudding* non arde.

La morbida e facilmente accensibile bambagia diventa di difficile infiammabilità quando in una lampada è adoperata come lucignolo; essa si carbonizza e si arde solamente là ove l'aria ha accesso al lucignolo. Ma si possono rendere facilmente combustibili la carta e la spugna da bagno, impregnandole di una soluzione di nitro e facendole di poi seccare; ciò si effettua la mercè di una sostanza che di per sè non è combustibile, ma la mercè di corpi che facilmente s'accendono e s'abbruciano questo non avviene.

La presenza di acquarzente o un eccessivo contenuto di adipe non possono dare al corpo umano una combustibilità più avanzata di quella che naturalmente possiede. Affinchè il corpo in un tale stato possa ardere vi è sempre mestieri del fuoco esterno il quale continuasse ad agire sul corpo dopo che l'acquarzente o l'adipe si sieno distrutti.

La sostanza animale quando è secca non è di per sè difficilmente combustibile; che anzi fino al punto del carbonizzamento essa è di facile combustibilità, come senza fatica lo si può verificare con un pezzo di corno o con dei trucioli di corno; ed anche le ossa sono accensibili la mercè di un piccolo fuoco, ed ammuc-

chiate continuano ad ardere da sè diventando bianche come il gesso. La carne secca, che in massima parte è liberata del suo contenuto di acqua, si comporta nella stessa maniera come il corno; ed anche i tessuti e le membrane si distruggono facilmente nel fuoco; ma tutte queste sostanze diventano difficilmente combustibili per l'acqua che contengono, la quale si ritrova nella carne e nelle parti molli, quando son fresche, al settantacinque e nel sangue all'ottanta per cento. In queste parti l'acqua è contenuta come in una spugna con pori assai piccoli; e come ben sappiamo l'acqua esposta all'aria libera non si può riscaldare neanche mercè il più vivo fuoco al di sopra di 100°, punto della sua ebollizione. Ma questo grado di temperatura è forse anche troppo al di sotto di quello a cui le sostanze animali s'infiammano; e lo stesso adipe abbisogna di 440°, che è quanto dire qualche cosa di più di 4 volte la temperatura dell'acqua bollente (1).

Tutte le sostanze che si accendono ad una temperatura al di sopra di 100° diventano difficilmente combustibili quando i loro pori vengono imbevuti di acqua, poichè fintanto che vi è presente dell'acqua, anche esposto al fuoco più gagliardo il corpo non può bruciare; e solamente quando l'acqua si è evaporata, la temperatura di esso s'innalza; e giunta ch'è a quel grado a cui è capace di accendersi, esso va in fiamme (2).

(1) Nessuno ritiene il bianco dell'uovo fluido come accensibile o combustibile, perchè tutti sanno che l'acqua da cui deriva la fluidità di quello non arde, e che i corpi brucianti si estinguono quando vi si versa sopra tant'acqua che ne vengano coperti. Il bianco d'uovo indurito per cottura non è combustibile più del fluido, poichè da per tutto esso contiene quasi lo stesso contenuto di acqua di quest'ultimo. Nello stesso o in uno stato simile a quello del bianco d'uovo indurito si ritrova l'acqua nelle parti molli del corpo animale; per il loro contenuto di acqua esse perdono la infiammabilità e la combustibilità.

(2) Situando della carta bagnata sopra la fiamma di una lampada a spirito, la carta non prende fuoco se prima tutta l'acqua contenutavi non si sia evaporata; la parte che è diventata secca s'accende nella fiamma dello spirito di vino, ma la parte ancora bagnata non s'accende e la carta non continua ad ardere, perchè il calorico che la parte bruciante sviluppa non basta a far evaporizzare l'acqua nella parte bagnata che le sta vicina, nè a seccarla o ad innalzarne la temperatura fino al punto della sua accensione. E però la prima e la più essenziale condizione del cominciamento e della continuazione del bruciare si è che la parte bruciante comunichi alla parte vicina che ancora non arde la necessaria temperatura perchè possa bruciare.

E però facilmente intenderassi ora perchè anche il contenuto di adipe non renda il corpo più combustibile, poichè fin quando esso contiene ancora dell'acqua, l'adipe non s'accende, essendovi mestiere di un più alto grado di calore. L'adipe si fonde e fluisce; e quando le parti del corpo esposte al fuoco avranno, la mercè dell'evaporamento, perduta l'acqua che contenevano, esse s'accenderanno e si leveranno in fiamme, comechè non vi fosse presente dell'adipe. La presenza dell'adipe, che pure arde, ingrandisce la fiamma, ma non rende più combustibile il corpo che si abbrucia. Questo però può diventare infiammabile in minor tempo, solo allorchè gli vengono aggiunte altre materie ricche di ossigeno. Il cotone, il lino ed altri corpi organici trattati con dell'acido nitrico, come è ben noto, s'accendono ed ardono con tanta rapidità che ben se ne può fare uso invece della polvere da sparo.

Tutti sappiamo come il grasso che scorre da un corpo animale esposto all'azione del fuoco arde e possa contribuire alla distruzione del corpo, senza che perciò vi fosse bisogno di una teorica particolare, giacchè la fiamma del grasso agisce nella stessa maniera che quella dello spirito di vino; e che con quest'ultima si possano produrre gli stessi effetti che con le legna, non vi è alcuno che lo ignori.

Nel corpo vivo si oppone all'accensione ed alla combustione una circostanza che manca in un cadavere, e questa è la circolazione del sangue. In un pezzo di carne sul quale agisce il fuoco, il fluido di cui è imbevuto rimane al suo luogo fino a che non siasi evaporato; ma nel corpo vivente fluisce per tutte le sue particelle, per quanto minime esse fossero, una corrente di sangue, la quale fa sì che le particelle fluide riscaldate da fuori vengano incessantemente portate via e rimpiazzate da altre meno riscaldate. Se l'azione esterna del fuoco è molto violenta, vi ha luogo una contraria azione che parte dal sangue, e che consiste in un afflusso di acqua che si opera in direzione del sito fortemente riscaldato; la cute si distacca, si produce una vescica riempita di acqua così detta bolla della scottatura. Finchè perdura la circolazione del sangue si potrà bene portar qualche lesione al corpo per effetto del calore esterno; ma questo non potrà nè accendersi, nè abbruciare, nè tampoco carbonizzarsi fino a che il movimento del sangue non sia cessato, vale a dire sino a che il corpo non sia morto (1).

(1) Molti seguaci della combustione spontanea concedono che nello sta-

Una combustione spontanea del corpo vivente è dunque a dirittura una impossibilità; lo stesso fosforo così straordinariamente accensibile perde in simili circostanze la sua combustibilità, allorchè, cioè, sottilmente diviso, vien circondato da particelle di acqua, come si suol praticare nelle fabbriche di fiammiferi.

Che il contenuto di adipe o di spirito alcoolico non determini la più facile accensione e combustibilità si scorge nel modo più manifesto da ciò, che centinaia di pingui e corpacciuti bevoni di acquarzenti non bruciano quando per caso o per propria volontà si accostano troppo ad un fuoco, anzi si può ritenere per fermo, che fino a quando la circolazione del sangue perdura, il loro corpo non s'infiammerebbe ancorchè tenessero una mano nel fuoco sino a farla carbonizzare.

La opinione più strana di tutte presuppone che la combustio-

to sano un corpo vivente non si possa accendere da sè e continuare a bruciare; ma però sostengono che la combustione sia preceduta da uno stato di malattia, nel quale in forma di produzioni morbose vengano a generarsi delle combinazioni assai più accensibili e combustibili di quello che lo siano le parti elementari degli animali nello stato normale. Questo supposto è invenzione fatta a bella posta, e non ha nemmeno l'ombra di una osservazione che la comprovi. Tutte le combinazioni dell'azoto, onde possano infiammarsi ed ardere, hanno bisogno di una temperatura più alta di quella di cui fa mestieri per infiammare i loro elementi che sono più combustibili, il carbonio cioè e l'idrogeno. Una delle proprietà di cosiffatte combinazioni è appunto che esse perdono in gran parte la loro combustibilità per il loro contenuto di azoto. E però oggi le sostanze azotate non vengono più annoverate tra le materie combustibili. Il gas ammoniacale, che si compone di azoto e d'idrogeno, non è più infiammabile, non si fa più accendere la mercè di un corpo incandescente, nè continua ad ardere con fiamma. Lo stesso fosforo perde la sua combustibilità nell'azoturo di fosforo. Noi non ci possiamo immaginare una combinazione del nitrogeno, la quale, in virtù di un tramutamento o di una particolare disposizione delle sue parti, diventasse più combustibile di quello che lo è l'idrogeno, che per accendersi e per infiammarsi abbisogna sempre del calore incandescente.

Un uomo che pesa 120 libbre (= rot. 53, 2/3) contiene nel suo corpo pressochè 90 libbre (= rot. 43, 2/4) di acqua. Se noi c'immaginiamo questo contenuto di acqua posto in una caldaja, e le altre parti del corpo, come le ossa, la carne, il sangue delle membrane, ec. in istato solido, come combustibile sotto la caldaja, ed immaginiamo ancora che queste sostanze si accendessero e continuassero a bruciare come le legna, troviamo che il calore prodotto per la combustione del carbonio con quella quantità d'idrogeno che non si sarà svolta in forma di ammoniaca, non è bastevole a ridurre in vapore tutta l'acqua contenuta nella caldaja.

ne spontanea si effettuasse in virtù dell'elettricità o per effetto di una scintilla elettrica. MUNCKE (già professore di fisica in Heidelberg) dice a questo proposito nel dizionario fisico di GEHLER vol. p. 262: « Pria di ogni altra cosa devesi nella spiegazione escludere il giuoco dell'elettricità, poichè un maggiore sviluppo di questa non è determinato da causa alcuna, anzi, mancando l'isolamento, non è affatto possibile, ed altrettanto impossibile è ancora la produzione di una scintilla propriamente elettrica, necessaria alla infiammazione ». Questo parere fu esternato dietro la narrazione di un viaggiatore di nome BRYDONE, il quale raccontò di aver conosciuto una donna, i capelli della quale, per l'azione del pettinare diventarono talmente elettrici che vi si vedevano scintille ogni qual volta essa si faceva pettinare. Un altro fatto simile si cita di un Senatore degli Stati Uniti di nome DRAYTON, il quale togliendosi le calzette che portava di lana e seta vide delle scintille elettriche. Questi fatti di per sè sono veri e si osservano ogni giorno, ma le conseguenze trattene dai seguaci della combustione spontanea sono, per non dir altro, assurde, giacchè la proprietà dei capelli e della seta di diventare elettrici la mercè dello stropiccio non è proprietà del corpo umano, ma bensì è proprietà di ogni parrucca e di ogni calzetta. L'elettricità non esce dall'interno del corpo, giacchè i capelli tagliati o le calzette tolte dal piedi pure la contengono. Il corpo, al contrario, è il più grande ostacolo alla sua manifestazione, ed in rarissimi casi la cute si trova di essere talmente asciutta che i capelli o la seta stropicciati diventino elettrici, non ostante che tocchino la cute. Nè mai si è osservata questa proprietà dello svolgimento elettrico nel corpo di un abbruciato, nè prima nè dopo la morte, e giammai la mercè di una scintilla di tal fatta si sono infiammati capelli e calzette o abiti.

Non posso caratterizzare meglio le opinioni e le persone le quali ritengono la combustione spontanea come verità istorica e la difendono, che citando quì la teoria che F. J. A. STRUBEL, uno degli ultimi difensori di essa espose nella sua opera intitolata: « La combustione spontanea del corpo umano, avendo, nell'esposizione, particolare riguardo alla sua importanza medico-giuridica. Memoria elaborata sotto la direzione del Signor Professore Dott. G. WILBRAND, ordinario pubblico lettore di medicina politica in Giessen, e presentata altresì alla facoltà medica della Università di Giessen. Giessen 1848. »

Poggiandosi su quello che il viaggiatore Brydone ha veduto e riferito, Struber dice: « Se nel corpo umano per qualsiasi cau-
» sa lo svolgimento dell'elettricità si trova energico in alto grado,
» o se l'elettricità vi si accumula e si condensa al segno da scari-
» carsi al di fuori in scintille elettriche, potrà avvenire una com-
» bustione spontanea per le ragioni che sieguono. — Le scintille e-
» lettriche, le quali attraversano in tutte le direzioni il corpo, deb-
» bono necessariamente, secondo le leggi fisiche, non solo decom-
» porre in maggior o minor quantità l'acqua che forma $^4/_5$ del
» corpo, ma esse debbono altresì infiammare le parti elementari
» che sono i risultamenti della decomposizione, cioè l'idrogeno e
» l'ossigeno, avvegnachè ciò si effettui in virtù della pressione
» meccanica dell'elettricismo come credono gli uni fisici o la mer-
» cè dell'azione chimica come credono gli altri. Ma quando l'os-
» sigeno e l'idrogeno si abbruciano nelle proporzioni come si tro-
» vano riuniti nell'anzidetto caso, essi sviluppano il massimo gra-
» do di calore nel quale il diamante si volatizza. Secondo questo
» modo di spiegare la combustione spontanea, si spiega da sè
» quella parte che vi sembrava finora la più difficile a potersene
» render conto, vale a dire il tempo straordinariamente breve in
» cui essa combustione ha luogo, e bisogna farne le meraviglie
» solamente quando l'opposto ha luogo. Così ancora questa teo-
» ria spiegherebbe come l'adipe del corpo possa nella combustio-
» ne spontanea infiammarsi da sè e continuare ad ardere ».

Questa teoria è l'esemplare di tutte le altre. L'autore della medesima non ha la benchè minima idea delle leggi secondo le quali l'elettricismo si produce e si accumula, nè delle condizioni in cui si formano le scintille elettriche e si effettua l'elettrolisi dell'acqua. Quì basterà rammentare, che qualora l'elettricità decompone l'acqua nei suoi elementi non vi si forma scintilla; e quando una scintilla infiamma gli elementi anzidetti vi si forma sempre dell'acqua e non mai può avervi luogo una decomposizione di questa in quelli. Ma ammettiamo pure che la cosa vada come questo scrittore suppone, che l'acqua si decomponga negli elementi suoi, e che questi in virtù della stessa causa che li aveva decomposti vengano a combinarsi di bel nuovo formando acqua, allora il corpo si dovrebbe in un attimo crepare per l'accensione degli elementi dell'acqua, ed a guisa di una bomba ripiena di polvere scoppiare con detonazione sperdendo in tutti i versi i frantumi delle sue membra; nè però il corpo si potrebbe accendere

ad onta dell'alta temperatura, giacchè tutto l'ossigeno si troverebbe immediatamente sequestrato dall'idrogeno, onde non vi rimarrebbe più ossigeno libero che potesse effettuare l'abbruciamento del corpo. Pel riunirsi dei due elementi in cui l'acqua si decompone la mercè di una corrente elettrica si forma la così detta aria detonante, molto distinta per la proprietà, che, accesa fortemente, detonando s'abbrucia. Riempiendo un globo di carta o una vescica di questo gas detonante e dipoi facendolo accendere mercè il passaggio per esso di una scintilla elettrica, si creperanno con una detonazione simile ad un colpo di cannone, ma nè la carta nè la vescica ne rimarranno abbruciati.

La straordinaria rapidità poi con cui si pretende che ardesse il corpo nella così detta combustione spontanea, non è altro che una invenzione, giacchè in tutti i casi in cui si sono trovati corpi umani morti e bruciati, non si sa cosa alcuna sulla durata della combustione.

Lo stesso vale circa la natura della fiamma che si dice non essere smorzabile dall'acqua. Tutte le pruove intorno a queste due particolarità sono poggiate sopra un sol caso narrato dal parroco Boineau, il quale non era nè medico, nè chirurgo, nè basso chirurgo. Il caso avvenne in persona di una vecchia di 80 anni, la quale non bevea altro che acquavite; essa cominciò ad abbruciare seduta sopra un seggiolone ed arse, comechè in gran copia le si versasse sopra dell'acqua, fino a tanto che tutte le sue carni non furono divorate dalla fiamma, non rimanendo del suo corpo che il solo scheletro seduto. Il caso fu narrato in una lettera in data del dì 22 febbraio 1749 giusta 110 anni or sono. L'autore della lettera non aveva assistito all'abbruciamento, nè avea veduto la fiamma, onde è molto probabile che si avvalesse del caso come di un esempio per incutere spavento ai bevoni di acquavite della sua parrocchia e farli cessare da questo vizio; e però così si spiega il paragone, ch'è nella lettera, del fuoco che consumò la bevitrice di acquavite con quello dell'inferno. La sedia, perchè non avea fatto alcun peccato, naturalmente non si abbruciò, e solo alla superficie essa rimase alquanto abbronzata.

Le idee della rapidità della combustione negli altri 40 o 50 casi, e la singolarità del fuoco, che anche per questi furono ammesse, prendono origine solo dal caso di sopra riferito, poichè in tutti gli altri si rinvennero le persone che 5, 6 o 12 ore prima si erano lasciate vive, morte ed abbruciate; nè se ne sa altro.

La pruova più manifesta che i difensori della combustione spontanea ignorino le leggi più comuni della combustione, come altresì quella della loro incapacità di giudicare i casi avvenuti, si scorge particolarmente da ciò, che essi menano il più gran rumore delle circostanze le più insignificanti, mentre tralasciano o ignorano quelle che sono di massima importanza. E però vi ragionano del vapore, del fumo, dell'odore di cui si riempiono i locali in che si rinvengono gli uomini abbruciati, e della materia sporca e bruna che si depone sui mobili, le lastre e gli specchi; di tal che tutto ciò vien da essi considerato come una particolarità straordinaria e caratteristica della combustione spontanea. Questo deposito o strato superficiale è composto, come tutti sanno, da parti solide e combustibili e da prodotti fluidi, che si formano per effetto dell'azione del fuoco sopra le materie animali e vegetali, per esempio, carne, sangue, carta, ec. nel solo caso in cui essi non ardono; poichè questi prodotti solidi e fluidi sono di per sè facilmente combustibili, e qualora non ardono, ciò dipende dal difetto di ossigeno e dalla mancanza del grado di calore necessario alla loro combustione. Le parti solide del fumo si chiamano in generale *fuliggine*, e le parti liquide hanno il nome di *catrame*. Il deposito sulle lastre e sui mobili è un sottile strato di fuliggine e di catrame, il quale sotto le dita produce la stessa sensazione di untuosità come queste materie, ed ha tutte le fattezze della patina che si forma e copre in sul principio quelle camere in cui si affumica la carne. Con un poco di fuliggine luccicante sciolta nell'acqua si può dare al vetro o al legno la stessa patina, con la sola differenza che in questo si vedono i tratti del pennello che non si possono osservare quando questi prodotti per raffreddamento si depongono dall'aria in modo uniforme sugli oggetti. Tra i prodotti che le sostanze animali forniscono havvi ancora una combinazione dello zolfo (solfuro di ammonio) la quale colorisce in bruno o in nero le pitture fatte con colori contenenti piombo o altri metalli.

Questi prodotti, come abbiamo detto, si formano quando il fuoco agisce sopra corpi combustibili i quali *non ardono* (come nell'estrazione del catrame mercè la distillazione secca); essi sono la pruova più evidente che le parti che li forniscono non hanno bruciato; imperocchè se queste avessero bruciato, e se vi fosse stata presente una quantità sufficiente di aria, sarebbero rimaste consumate dal fuoco e non se ne sarebbe veduto niente, cioè

non si sarebbe formato deposito alcuno sui vetri e su' mobili.

Egli è cosa molto naturale che una persona la quale in vita sua abbia qualche volta odorata dell' acqua di rose e si ricorda di questo odore, sarà in molti casi nel grado di poter distinguere l' odore dell' acqua di rose da quello dell' acqua di Colonia; ma che dall'odore che riempie una stanza sia possibile di riconoscere se esso provenga o no da una combustione spontanea, ovvero se la patina sui mobili e sul vetro derivi da un corpo umano che di per sè si sia incendiato e non derivi da pelli (coperture di scatole, ec.) carta, legna, peli e vestimenta, che si sieno bruciati unitamente al corpo, e tutto ciò senza che l'odorante non abbia mai prima per un simile caso resi familiari i suoi organi dell' odorato e della vista con la proprietà di cosiffatti odori o depositi, onde trovarsi in grado di ricordarsene, tutto questo, lo dico, eccede di molto ciò che si potrebbe pretendere da un uomo intelligente in fatto di prestar fede, ed è proprio un'offesa fatta alla mente sana dell' uomo.

Le conseguenze alle quali si è giunto mercè l' ammissione della combustione spontanea stanno coll'esperienza in una contraddizione così manifesta, che la spiegazione data dai seguaci della teorica di detta combustione non fu mai menomamente applaudita da alcun medico distinto e versato nelle scienze naturali, nè da qualche naturalista. Dacchè esiste la medicina non si sarà mai presentato il caso che due conjugi l' uno accanto all' altro fossero stati colpiti nello stesso minuto secondo da una pulmonite o da qualunque altra malattia, e che questa abbia fatto in pari tempo il suo corso nel marito e nella moglie, di tal maniera che entrambi ne morissero nello stesso minuto secondo. Quante inverosimili supposizioni non si dovrebbero ammettere rispetto allo stato anteriore alla malattia perchè un avvenimento di questa sorta potesse aver luogo! I seguaci della combustione spontanea trovano che tutto ciò non abbia nulla di straordinario in quanto alla malattia o allo stato che precedeva la combustione, poichè essi ci narrano un caso in cui un sartore, Larivière, unitamente a sua moglie, furono lasciati nello stato di ubbriachezza alle ore 7 pomeridiane e furono trovati l' indomani, alle ore 11 antimeridiane, tramutati in una massa informe ad eccezione di pochi frantumi. Un uomo che è capace di ascrivere un avvenimento di tal fatta ad una causa morbosa è perfettamente atto ad ingoiare un cammello. Che molti uomini i quali insieme si ritrovano in una stanza vengano asfis-

siati dalla esalazione dei carboni ardenti è disgraziatamente un caso il quale pur troppo si verifica.

I partigiani della combustione spontanea considerano come una proprietà della medesima che gl' individui abbruciantisi non si sentano giammai gridare per chiedere ajuto, e naturalmente dev' esser così, giacchè essi sono già morti prima di abbruciarsi. Questo sarebbe lo stesso come il voler attribuire ad un furto per scassinazione una qualità particolare per la circostanza che gli abitanti della casa, che sono stati derubati, non hanno inteso il rumore fatto dai ladri ad oggetto di entrare nella casa medesima. Un furto di tal fatta riesce solamente quando gli abitanti della casa non sentono il rumore, essendo essi p. e. assenti. E così ancora un uomo può com'è naturale ridursi assai bene in carbone ed in cenere solamente quando nessuno sente la sua chiamata in ajuto; se vi fossero delle genti in vicinanza e l'individuo bruciante fosse nel caso di gridare, esso al certo non si abbrucerebbe. Dal perchè non si sente chiamare in ajuto, se n' è conchiuso non solo che la morte sia rapida, ma anche che essa sia senza dolori; di tal che noi non possiamo ora fare altro se non meravigliarci come essi non abbiano anche augurata una morte così grata ad ogni fedele Cristiano, dovendo finalmente tutti morire di una malattia, ed essendo pure secondo essi la combustione spontanea una malattia, benchè straordinaria.

Per ispiegare la combustione di una parte del corpo si presuppone naturalmente sempre che la sede della malattia sia stata in quella parte del corpo. Se il ventre ed i visceri erano abbruciati, la malattia aveva la sua sede nel ventre; se lo erano la testa o il collo, essa risedeva nel collo o nella testa; e nelle gambe e nelle braccia se furon queste che si abbruciarono. Accanto all'effetto si pone sempre come esistente la causa, e il modo di essere della cagione si spiega coll'effetto. Questo modo di procedere è contro ogni regola di logica.

La teorica della combustione spontanea è così elastica che si fa allargare o ristringere come il bisogno lo richiede; se la combustione era forte, la malattia era significante; se la combustione era superficiale, la malattia lo era del pari, come nel catarro; due pollici quadrati della gamba sono ammalati ed infiammano i calzoni, intorno al sito abbruciato la cute è sana come quella di tutti gli altri uomini. Se coloro che si fanno a darne la spiegazione abbisognano di uno smarrimento dei sensi, eccolo là; se hanno bi-

sogno della coscienza di sè nel corpo bruciante per talune operazione, eccola pure là. Se si è provato, per quanto una verità umana può essere provata, che la persona arsa non si era giammai ubbriacata, e che avesse avuto in orrore l'acquavite, si suppone che siasi probabilmente ubbriacata celatamente. Si vede come l'errore, e la teoria della combustione spontanea è un errore, ingeneri sempre non altro che inganni, contraddizioni e nuovi errori. Una sola è la via retta che conduce alla verità, ma questa via è attraversata da migliaia di altre vie sbieche e ricurve ed a capo di ognuna di queste ultime sia la credulità che ne insegna il sentiero. La verità ha però i suoi dritti che non vengono mai lesi impunemente, essa ha i suoi segni caratteristici mercè cui ogni uomo che non sia preoccupato la riconosce.

Il perchè del non abbruciarsi delle vestimenta in vicinanza del corpo, dicono i difensori della combustione spontanea, si spiega da questo o da quell'altro caso, ma si è osservato formar sempre una delle particolarità di questo fenomeno. Ed il perchè lo stesso corpo bruciante, il quale non ha infiammato le vestimenta, ha arso uno scrittoio di legno o un sofà, questo lo spiegano poi da altri casi. Sopra il petto ardevano le vestimenta, e le fiamme del corpo bruciante agivano come tutte le altre fiamme; sotto lo scrobicolo del cuore le vestimenta non ardevano, e di ciò porta la colpa la natura particolare della fiamma.

Volere spiegare tutte le minuzie e le insignificanti particolarità che accadono in simili avvenimenti è cosa impossibile per chiunque non sia stato presente, ed il dimandarne contezza è a dirittura una cosa stolta, poichè la spiegazione dell'avvenimento presuppone appunto che sia noto ciò che non lo è. Molte di queste particolarità dipendono da circostanze le quali di poi non si riuniscono più e che giusto per questo si chiamano casuali (1).

Da quanto di sopra abbiamo esposto si potrà, come credo,

(1) Se, per esempio, una persona getta in aria una moneta, può avvenire che la moneta cada in una fenditura del pavimento, di maniera che vi resti ritta sull'orlo e ritenuta come da una tenaglia. Se la stessa persona getta migliaia di volte in aria la stessa moneta nella stessa stanza, potrà avvenire che la moneta non cada nemmeno una volta nella stessa fenditura nè nel luogo medesimo di questa, ancorchè l'operazione del gettare si ripetesse milioni di volte. Le condizioni per effettuar ciò non si possono riunire neanche con la miglior volontà; la moneta cade accanto della fenditura. È questa specie di avvenimenti che si ascrivono al caso.

apprezzare il giusto valore dell'opinione e di tutti i casi della così detta combustione spontanea, e si potrà rilevare altresì perchè la scienza non abbia tenuto mai conto di siffatta teoria, trovandola assolutamente priva di ogni fondamento.

L'intimo legame che è tra il bere acquavite e i casi di morte cagionati dal fuoco è così manifesto e conosciuto da non abbisognare di ulteriore spiegazione. In un uomo ubbriaco privo della facoltà di riflettere ed incapace di giudicare non solo di un pericolo, ma di tutto ciò che a questo si riferisce, si può ben presupporre, qualunque fosse, anche la più inverosimile delle azioni. E però si può benissimo supporre, che un uomo possa in tale stato mettendosi a letto e smorzando il lume dar fuoco alla cortina ed al letto; che possa coricarsi in tempo d'inverno accanto ad un braciere con carboni accesi quando il cammino sia chiuso; o che possa lasciare sotto il letto la candela accesa dopo di essersene avvaluto per cercare il tirastivali. Innumerevoli supposizioni di tal fatta, ed egualmente verosimili, forniscono la nostra mente di ragioni abbastanza fondate sull'appiccarsi del fuoco in uno spazio in cui si ritrovino riuniti un uomo ed una candela; e se quest'uomo si ritrova in uno stato di totale ubbriachezza, il pericolo si accresce per questa circostanza in ragione diretta di quella che diminuisce la sua capacità di giudicare; egli è da paragonarsi in questo punto ad un fanciullo il quale non ha veruna idea dell'effetto del fuoco. Pochi anni sono un'infelice di questa fatta si arrampicò sopra una fornace di calce nelle vicinanze di Oxford e si abbruciò dai piedi in su in modo orribile. Ora è questo il vero rapporto che intercede tra il bere acquavite ed il bruciare. Quello poi che si narra ch'escano cioè delle fiamme dalla bocca di ubbriachi è del tutto falso; nessuno vide mai simili fiamme; sempre, colui che narra il fatto, lo ha inteso raccontare da un altro; vero è però che alle volte dei caritatevoli ragazzi di strada per impedire un incendio interno, ad estinguere il quale essi vantano l'efficacia della brodiglia di letamajo, applicano qualche volta questo rimedio a degli ubbriaconi che trovano coricati alle cantonate delle strade.

La mercè degli esperimenti all'uopo con ogni cura istituiti si è dimostrato che l'aria saturata di vapori alcoolici, alla temperatura del corpo umano non si accenda, nè arda con fiamma neanche in queste favorevolissime condizioni.

Allo scoppio del fuoco o di un incendio in una stanza o in una casa, i proprietari o gl'impiegati degli stabilimenti di assicu-

razione hanno regolarmente il massimo interesse di conoscere come il fuoco si sia manifestato o chi l'abbia appiccato. Nel maggior numero degl'incendii ciò non si rinviene, poichè, nè colui che per imprudenza, nè quello che per malvagità lo hanno fatto, lo rivelano. E comechè la causa dell'incendio non si rinvenga, pure nessuno crederà che il fuoco si sia ingenerato da sè senza che vi abbia contribuito l'uomo; che se in una stanza distrutta dall'incendio si ritrova un gatto abbruciato, a nessuno sorgerà in mente che il fuoco sia scoppiato per effetto della combustione spontanea del gatto, presupponendo, che esista tra i gatti una malattia per effetto di cui essi vadano soggetti alla combustione spontanea, ed argomentandolo dal perchè le pelli dei gatti stropicciati con la mano cacciano alle volte scintille elettriche. E pure l'ammissione di una simile malattia non sarebbe men verosimile di quella che l'è in un uomo. Si potrebbe a ciò rispondere che i gatti non bevono acquavite; ma i partigiani della combustione spontanea ammettono che questa si produca anche spesse volte in persone che non sono use di bere acquavite.

Quando nella indagine della causa di un incendio si restringe l'ambito delle ricerche alle persone che avevano accesso nel luogo ove l'incendio ebbe origine, si riesce delle volte a scoprirne l'autore volontario o che non lo sia. La medicina legale non deve però ricorrere a prima giunta a questo semplice procedimento giustificato dall'esperienza, ancorchè la teoria della combustione spontanea fosse vera e non già falsa, fin quando tutte le altre cause probabili dell'origine del fuoco non si trovino escluse; e se essa ciò non ostante lo fa, esce dalle sue attribuzioni e partecipa della colpa del reo proteggendo il misfatto, poichè dirige le indagini sopra vie false. Il medico che in simili casi è richiesto a dare un parere, non può secondo il dovere e i dettami della sua coscienza dire di altro se non dello stato in cui egli ha trovato il cadavere, se la lesione operata dal fuoco abbia avuto luogo prima o dopo la morte, se la morte sia stata la conseguenza unica del fuoco, o se prima che il fuoco avesse prodotto il suo effetto la morte fosse stata di già operata da altre cause (ferite esterne, strangolazione, colpo sulla testa, ec.) E però in nessun caso gli è permesso di spiegare una cosa non veduta da lui, per mezzo di casi che neanche ha mai visti, o la mercè di una teorica di cui egli non può dare la spiegazione, essendo a lui stesso non intelligibile.

LETTERA XXV.

La storia delle scienze ci dà la consolante certezza che per mezzo dell' osservazione e dell'esperienza perverremo un giorno a svelare i misteri della vita organica, e che saremo in grado di ottenere delle nozioni più compiute sopra tutte le cause che concorrono nei fenomeni vitali. Tutte le proprietà particolari dei corpi sono determinate dall' azione simultanea di *più cause*, e spetta alle scienze naturali di rinvenire quali sieno le proporzioni in cui *ogni singola causa* ha parte nel fenomeno. Laonde per arrivare ad una giusta conoscenza dei corrispettivi rapporti di queste proprietà tra loro, noi dobbiamo innanzi tutto studiarle, affinchè potessimo di poi precisare i casi in cui esse variano. Vi ha una legge in natura, e questa legge non ha eccezioni, che i cambiamenti cioè in una proprietà sono sempre ed invariabilmente accompagnati da cambiamenti uniformi e corrispettivi in un' altra proprietà; ond'è chiaro, che la conoscenza delle leggi di queste variazioni ci mette al caso di poter dedurre da una sola proprietà, senza ulteriori osservazioni, le leggi alle quali le altre si conformano.

Determinare una legge della natura non è se non definire questo rapporto di coesistenza tra le differenti proprietà; questa legge, una volta saputa, spiega il fenomeno osservato e mette in chiaro la natura delle forze che lo determinano.

È cosa ben nota che tutti i liquidi cominciano a bollire ad una temperatura invariabile e costante per ciascuno di essi, quando si trovano nelle stesse condizioni; e questo grado di temperatura è talmente certo ed immutabile che noi consideriamo il punto di ebollizione come una delle proprietà caratteristiche di quella serie di corpi.

La costanza della pressione esterna è una delle condizioni affinchè le bolle di vapore si sviluppino ad una stessa temperatura dal seno di un liquido. Col variar della pressione varia pure il punto di ebollizione dei liquidi, e seguono in ciò, ognuno di essi, una legge particolare; ma per tutti quel punto s'innalza a misura

che la pressione cresce, e si abbassa quando questa diminuisce. Ad ogni temperatura pel punto di ebollizione corrisponde una pressione determinata; ad ogni pressione corrisponde una temperatura costante del punto di ebollizione. La cognizione della legge di dipendenza del punto di ebollizione dell'acqua dalla pressione atmosferica ci condusse all'uso del termometro come un mezzo per determinare l'altezza in cui noi ci ritroviamo al di sopra del livello del mare; di tal che osservando e misurando le variazioni di una delle proprietà se ne osserva e misura anche un'altra.

Meno conosciuti forse sono i rapporti tra il punto di ebollizione dei liquidi e la composizione di essi. Lo spirito di legno, lo spirito di vino, l'olio ricavato dall'alcool delle patate, sono tre liquidi i cui punti d'ebollizione sono assai differenti; lo spirito di legno boile a 59°, lo spirito di vino a 78° e l'olio di patate a 135°C. Se si comparano tra loro questi tre punti di ebollizione, si vede che lo spirito di vino bolle a 19 gradi ($59° + 19° = 78°$), l'olio di patate a quattro volte 19 gradi ($59° + 4 \times 19 = 135°$) al di sopra del punto d'ebollizione dello spirito di legno.

Ciascuno di questi tre liquidi, ossidandosi nelle medesime condizioni fornisce un acido particolare: lo spirito di legno si converte in acido formico, lo spirito di vino in acido acetico, l'olio di patate in acido valerianico. Di questi tre acidi ciascuno ha il suo proprio punto costante di ebollizione: l'acido formico bolle a 99°, l'acido acetico a 118°, l'acido valerianico a 175°C. Se si comparano tra loro questi tre punti di ebollizione, immediatamente si scorge come essi presentino gli stessi rapporti che presentavano i liquidi da cui derivano. Ed infatti l'acido acetico bolle a 19 gradi, e l'acido valerianico a 4 volte 19 gradi al disopra del punto d'ebollizione dell'acido formico.

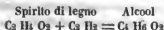
Dall'esempio precedente si vede come a ciascuna variazione in una delle proprietà corrisponda una variazione corrispettiva in un'altra proprietà. L'una delle proprietà in quest'esempio è la composizione.

Confrontando i rapporti che si osservano tra la composizione dei suddetti sei corpi, dei tre acidi cioè e dei tre fluidi, dai quali ultimi i primi si formano per l'influenza dell'ossigeno, se ne deduce quanto segue:

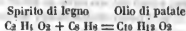
La composizione dello spirito di legno si esprime per $C_2 H_4 O_2$
quella dell'alcool per $C_4 H_6 O_2$
quella dell'olio di patate per $C_{10} H_{12} O_2$

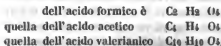
Or se si rappresenta per R un peso di carbonio e d'idrogeno corrispondente a CH (equivalenti eguali), si osserva subito come la formola dell'alcool si può esprimere con la formola dello spirito di legno + 2R;

Spirito di legno Alcool

$$C_2 H_4 O_2 + C_2 H_2 = C_4 H_6 O_2$$

E così ancora la formola dell'olio di patate equivale a quella dello spirito di legno + 8 R.

Spirito di legno Olio di patate

$$C_2 H_4 O_2 + C_8 H_8 = C_{10} H_{12} O_2$$

In quanto alle formole degli acidi, quella

dell'acido formico è $C_2 H_2 O_4$
quella dell'acido acetico $C_4 H_4 O_4$
quella dell'acido valerianico $C_{10} H_{10} O_4$.

E però chiaramente si scorge come la formola dell'acido acetico equivale a quella dell'acido formico + 2 R.

Questi fatti ci conducono alla seguente conclusione, che se entrano cioè o si aumentano in una cambinazione 2 R (2 equivalenti di carbonio e 2 equivalenti d'idrogeno), ad essi corrisponde un aumento di 19 gradi nella temperatura d'ebollizione. L'esperienza prova, in effetti, la costanza di questo rapporto tra i corpi appartenenti allo stesso gruppo, e, come conseguenza, la possibilità di dedurre la composizione di un corpo dal suo punto di eboliizione. Il formiato di metile, per esempio, bolle a 36°; il formiato di etile bolle a 55°. La differenza tra i due punti è di 19 gradi. Essa indica che il primo corpo deve differire dal secondo per $C_2 H_2 = 2$ R. E difatti l'esperienza lo conferma, poichè la formola del formiato di metile è $C_4 H_4 O_4$
quella del formiato di etile è $C_6 H_6 O_4$
e la differenza in più sulla prima formola $C_2 H_2 = 2$R. Così pure l'acido butirrico bolle a 156°C.; questo punto di ebollizione è esattamente di 3 volte 19 gradi al di sopra del punto di ebollizione dell'acido formico. Ora, paragonando le formole dell'acido formico e dell'acido butirrico, si trova che l'acido butirrico può esser considerato come acido formico + 6 R. — La toluidina e l'anilina sono due alcali organici di tale composizione che la prima differisce dalla seconda per un eccesso di $C_2 H_2 = 2$ R. Confrontando i due punti di ebollizione si troverà quello della toluidina superiore di 19 gradi a quello dell'anilina.

Egli è impossibile che non si riconoscesse in questi esempi l'esistenza di una legge naturale. Ed è fuori dubbio che le qualità di un corpo stanno in un rapporto determinato con la sua composizione, e che un cambiamento in una delle qualità ha sempre per conseguenza un corrispondente cambiamento quantitativo. E però fa mestieri che si osservi qui segnatamente come la conoscenza della legge di natura sia affatto indipendente dalla vera causa e dalle condizioni, il complesso delle quali determina la costanza del punto di ebollizione; e però noi non siamo in grado di saper meglio, che cosa fosse in sè il punto d' ebollizione, di quello che sapessimo della causa della vita.

Nell'esempio precedente noi abbiamo messo in chiaro un solo dei rapporti che si osservano tra le qualità dei corpi e la loro composizione, ma di questi rapporti ve ne ha tanti quante sono le qualità che può avere un corpo. Così si è scoverta, per un grandissimo numero di combinazioni chimico-organiche, una legge, la mercè della quale si può, conoscendo il punto di ebollizione e la composizione, determinare quante libbre pesa un piede cubo di una data combinazione; di maniera che una proprietà dei corpi, il peso specifico cioè, o la pressione che essi a volumi eguali esercitano sopra un sostegno, si trova in un rapporto ben determinato con due altre proprietà, e che quella varia a seconda che queste variano.

Dei rapporti affatto simili di dipendenza sono stati osservati tra le proporzioni secondo le quali i diversi corpi si combinano e la quantità di calore di che ognuno di essi abbisogna per salire ad una medesima temperatura.

Tutti sanno che corpi diversi alla temperatura medesima contengono quantità diverse di calore. Gli stessi pesi di solfo, di ferro o di piombo riscaldati alla temperatura dell' acqua bollente, posti in contatto con del ghiaccio ne inducono una certa quantità allo stato di fusione; ma però la quantità di acqua che in queste circostanze si forma è assai differente.

Se la quantità di calore contenuta nei tre corpi fosse eguale, le quantità di ghiaccio fuse da essi sarebbero altresì eguali. La differenza degli effetti è pruova evidente di una differenza nella causa che li produce. Il solfo fa fondere 6 volte e 1/2, il ferro 4 volte, altrettanta quantità di ghiaccio che il piombo. Laonde facilmente si comprende che per portare alla stessa temperatura, per esempio da 15 a 200 gradi, quantità eguali in peso di solfo,

di ferro, o di piombo, riscaldandoli all' istessa lampada a spirito di vino, bisognerebbe bruciare, pel piombo 1 oncia di spirito di vino, mentre la quantità corrispondente di solfo n' esigerebbe 6 once e 1/2, e quella del ferro quasi 4 once.

Queste diverse quantità di calore che gli stessi pesi di corpi diversi richiedono per essere portati ad una medesima temperatura sono una proprietà individuale di ciascun corpo, e perciò si chiamano *calori specifici*. Conoscendo le diverse quantità di calore contenute in uno stesso peso di corpi diversi ad una stessa temperatura, con una semplice regola del tre, si trovano i pesi diversi di solfo, di piombo, di ferro, che contengono la *stessa* quantità di calore: questo calcolo indica, per esempio, che alla stessa temperatura, 16 di solfo fondono altrettanto di ghiaccio che 28 di ferro e 104 di piombo. Ora questi numeri sono gli stessi che i numeri di miscela (equivalenti chimici). Gli equivalenti dei sopra mentovati corpi, e quelli di molti altri ancora, contengono la stessa quantità di calore o ne assorbono una quantità eguale per innalzarsi ad una stessa temperatura; e se noi ci raffiguriamo che gli equivalenti esprimessero i pesi relativi degli atomi, chiaro si scorge come la quantità di calore assorbita o ceduta da un corpo debba essere la stessa nelle stesse condizioni per ogni singolo atomo, e che siffatta quantità espressa in valori numerici debba trovarsi in ragione inversa dei pesi degli atomi.

Ed è certamente cosa mirabile che la quantità di ghiaccio fusa da un corpo abbia potuto, in certi casi, servire a determinare o a rettificare le proporzioni secondo le quali questo corpo si combina con altri.

Ma quello che sembra ancora più mirabile si è, che la proprietà che posseggono i corpi gassosi di assorbire o di abbandonare il calore, sta in un rapporto determinato col suono che, mercè il soffiarvi dentro del gas, si produce in un fischietto o in un flauto; ciò è tanto vero, che un celebre naturalista (Dulong) ha potuto, mercè della differenza del suono, determinare le quantità relative di calore che volumi eguali di gas sviluppano nel comprimersi o assorbiscono nel dilatarsi.

Per rendersi ragione di questa mirabile connessione, bisogna rammentarsi una delle più belle idee di La Place, riguardo alle relazioni che esistono tra il calorico specifico dei gas e la loro facoltà di propagare il suono. Si sa che Newton e molti matematici dopo di lui hanno cercato invano, per la velocità del suono,

una formola che si conformasse alla esperienza. Il calcolo si avvicinava assai al risultamento sperimentale, ma offeriva tuttavia una differenza inesplicabile. Ora, siccome il suono si propaga per l'effetto della vibrazione delle particelle elastiche dell'aria, e perciò per l'effetto di una contrazione seguìta da dilatazione; siccome l'aria, contraendosi, sviluppa calorico e ne assorbisce dilatandosi nuovamente, La Place suppose che questi effetti calorifici avessero una influenza sulla propagazione del suono. Egli introdusse nel calcolo il calore specifico dell'aria, e d'allora in poi la formola matematica si trovò scevra di errore e divenne la giusta espressione della velocità osservata.

E però calcolando la velocità del suono secondo la formola di Newton (non tenendo conto cioè del calore specifico dell'aria), e confrontando il risultamento con quello della formola di La Place, si trova una differenza nella lunghezza dello spazio che, in un minuto secondo, un'onda sonora percorre nei due casi. Siffatta differenza deriva dal calore specifico e dalla quantità di calore che durante la propagazione del suono si sviluppa dalle particelle aeree poste in movimento. Egli è perciò chiaro che questa differenza nella velocità del suono negli altri gas, che a volumi eguali ritengono o pure cedono alla pressione *più* o *meno* di calorico che l'aria, deve anch'essa ritrovarsi *maggiore* o *minore* di quella che si osserva per l'aria. Quindi si comprende facilmente come i numeri che esprimono queste velocità ineguali, con cui il suono si propaga nei differenti gas, diventano in pari tempo una misura per le quantità ineguali di calorico che essi contengono.

Ora siccome l'acutezza e la gravità del suono dipendono dal numero delle vibrazioni che fa un'onda sonora in un minuto secondo, cioè dalla velocità con cui il moto vibratorio incominciato si propaga; e siccome noi sappiamo che questa velocità dell'onda sonora è per tutt'i gas in ragione diretta del numero delle vibrazioni dei suoni prodotti, si spiega come, per mezzo dell'altezza ineguale del suono prodotto da diversi gas in un tubo, si possa determinare il calore specifico di questi gas, ovvero la differenza fra le quantità di calore che essi contengono.

La grande scoverta dell'armonia musicale, che ogni suono cioè il quale commove il cuore, lo dispone all'allegrezza, lo trasporta all'eroismo, è il contrassegno di un determinato e determinabile numero di vibrazioni, che le particelle del mezzo propagante eseguono, costituendo così l'indizio di tutto ciò che in virtù di

siffatto movimento si può dedurre dalle leggi della teorica ondulatoria, è questa grande scoperta che ha innalzato l'acustica a quell'eminente grado che occupa a' nostri tempi. Moltissime verità relative ai suoni si dedussero dalla teoria ondulatoria, mentre delle verità empiriche ci condussero ad una corrispondente conoscenza delle proprietà dei corpi vibranti prima non ravvisati affatto.

Si racconta che il celebre fabbricante d'istrumenti da corda in Vienna (Stainer) andava egli stesso nel bosco in cerca del legno per i suoi violini, e preferiva gli alberi che ad un suo colpo di martello davano un suono noto a lui solo. Questa è senza dubbio una favola; ma che le due tavolette di cui si formano il timpano ed il fondo di un buon violino debbano insieme dare un dato numero di vibrazioni per ogni minuto secondo e produrre un certo suono, e che per ottenere ciò si dovessero conseguentemente tagliare ad una data spessezza le due tavole, questo il fabbricante certamente lo sapeva.

Considerando, inoltre, come la corrente elettrica, la quale attraversa un filo metallico, si trovi in un ben determinato rapporto colle proprietà magnetiche che il filo per essa riceve; come la mercè delle oscillazioni dell'ago calamitato si possano misurare le più leggiere differenze di calorico raggiante; come la quantità di elettricismo messa in movimento si possa, la mercè di questo stesso ago calamitato, esprimere in numeri e misurare in pollici cubi di gas idrogeno ed in parti di metallo espresse in pesi: e vedendo infine come le cause o le forze, in virtù delle quali le proprietà dei corpi sono facoltate a produrre una impressione sui nostri sensi o un effetto in generale, stiano tra loro in un rapporto determinabile di dipendenza, chi potrà più dubitare che le proprietà vitali al pari di tutte le altre proprietà non avessero a conformarsi esse pure a queste leggi di dipendenza, e che le proprietà chimiche e fisiche degli elementi, la loro forma e struttura, non prendessero una parte ben determinata e determinabile nei fenomeni della vita?

La semplice conoscenza delle formole chimiche non basta certamente a poter determinare questa parte; bisogna ancora investigare le leggi dei rapporti in cui la composizione e la forma degli alimenti o delle secrezioni stanno al processo di nutrizione, ovvero le leggi che rannodano la composizione dei medicamenti agli effetti da essi prodotti sull'organismo.

Egli è certo che i progressi fatti dalla fisiologia delle piante

e degli animali, da Aristotile fino ai nostri giorni, èrano possibili solamente dietro quelli fatti dall'anatomia. Infatti bisognava conoscere anzi tutto l'apparecchio prima di studiarne le funzioni. Quegli che in una distillazione non avesse veduto che il mescuglio fermentato, il fuoco, e la chiavetta da cui gocciola lo spirito, rimarrebbe certamente all'oscuro sulla operazione medesima. Lo stesso dicasi in rapporto alle molto più complicate funzioni delle varie parti dell'organismo; prima di potersene rendere ragione e prima di poterne valutare la importanza, bisogna conoscere minutamente la struttura di tutte le singole parti che le eseguono (Schleiden). Ma sempre però bisogna tener presente; che i progressi dell'anotomia di per sè, da Aristotile fino a Leuvenhoek, non hanno se non parzialmente rischiarate le leggi che regolano i fenomeni della vita. Si ha un bel sapere come sia costituito un apparecchio di distillazione; per questo solo non si comprende in che consistano le sue funzioni. Ma quando si conoscono le proprietà del fuoco, le leggi della propagazione del calore, le leggi dell'evaporazione, la composizione del mescuglio fermentato e quella del prodotto della distillazione, allora non solamente se ne sa molto più di colui che conosce l'apparecchio in tutte le sue parti, ma anche più assai del calderaio stesso che lo ha costruito. Lo stesso dicasi di una immensità di processi organici.

Ad ogni nuova scoverta in anatomia le descrizioni sono state più ample ed esatte; l'indefesso studio è pervenuto sino alla cellula, ma giunto a questo culmine dovrà rivolgersi a delle investigazioni di un altro ordine.

Quando la scienza anatomica deve servire a sciogliere una questione di fisiologia fa mestieri che ad essa si associino altre cognizioni, e le più vicine ed importanti di queste sono indubitatamente quelle della materia da cui la forma si compone, delle forze e delle proprietà che, oltre alle vitali, a quest'ultima sono proprie, dell'origine e delle trasformazioni che soffre per acquistare come forma organica le proprietà vitali; bisogna infine indispensabilmente studiare i rapporti in cui indipendentemente dalla loro forma particolare stanno fra di loro le varie parti solide o liquide che costituiscono l'organismo. Sembra a molti fisiologi che i successi che nelle accennate importanti questioni la chimica ha ottenuti, abbiano arricchito quella sola scienza, mentre invece non vi occupano che un posto subordinato, simile a quello che vi hanno le analisi dei minerali e delle acque minerali.

La falsa idea che si è concepita della influenza della chimica nella spiegazione del fenomeni vitali fa sì che gli uni non apprezzino abbastanza siffatta influenza, mentre gli altri nelle loro aspettative e pretensioni sono di troppo esagerati.

Quando tra due fatti esiste o si rinviene una connessione ben determinata, non spetta in guis'alcuna alla chimica il dimostrare siffatta connessione, bensì l'esprimerla soltanto quantitativamente in numeri. Ma la mercè dei numeri non si può stabilire rapporto alcuno tra due fatti se il rapporto di per sè non esiste.

L'olio di mandorle amare e l'acido benzoico sono due composti organici, per l'origine e per le loro proprietà, affatto diversi. Di alcun vicendevole rapporto tra essi, pochi anni sono, non si parlava ancora. Ora si è scoperto che l'olio di mandorle amare si solidifica e cristallizza a poco a poco all'aria, e che il corpo solido che così si produce è identico per le sue proprietà e per la composizione all'acido benzoico. Dietro questa esperienza non si poteva più rivocare in dubbio una relazione tra i due corpi. La mercè dell'osservazione si rinvenne che l'olio di mandarle amare tramutandosi in acido benzoico assorbisce ossigeno dall'aria, e l'analisi de'due corpi determinò allora mercè dei numeri la metamorfosi sofferta da essi, e la spiegò, per quanto fu possibile spiegarla, in siffatto modo.

Nella stessa guisa lo studio delle trasformazioni che prova l'olio di patate sotto la influenza dell'ossigeno condusse alla scoverta di un determinato rapporto fra quest'olio e l'acido valerianico; e dall'espressione in numeri di siffatto rapporto si rilevò esser questo lo stesso che esiste tra l'alcool ordinario cavato dal vino e l'acido acetico.

L'urina dell'uomo contiene dell'urea, e spesso dell'acido urico; nell'orina di una certa classe di animali manca l'acido urico; in quella di un'altra manca l'urea. A misura che la quantità dell'acido urico cresce nell'urina vi diminuisce quella dell'urea; l'urina del feto della vacca contiene dell'allantoina; nell'urina dell'uomo l'acido ossalico non manca quasi mai di farne parte. Un cambiamento che nell'organismo ha luogo in certi processi vitali è accompagnato sempre da un cambiamento corrispondente nella natura, nella quantità, e nei caratteri delle combinazioni segregate dai reni. Spetta al chimico lo esprimere quantitativamente i rapporti che questi corpi serbano tra loro, o quelli che esistono tra essi ed i processi dell'organismo.

La chimica incomincia da prima a sostituire, mercè l'analisi, alle parole, urea, acido urico, allantoina, acido ossalico, il loro valore quantitativo; per queste formole non viene ancora stabilito alcun rapporto reciproco tra questi composti; ma esaminando come essi si comportino e quali sieno le trasformazioni che soffrono sotto la influenza dell'ossigeno e dell'acqua, ovvero di quei corpi che prendono parte alla loro formazione o al loro tramutamento nell'organismo, la chimica arriva a dell'espressioni di una determinata e ben riconoscibile connessione tra loro. Così fissando dell'ossigeno, l'acido urico si decompone in tre prodotti, allantoina, urea ed acido ossalico; l'intervento di una maggiore quantità di ossigeno trasforma del tutto l'acido urico in urea ed acido carbonico. L'allantoina si presenta come urato di urea. La mercè del confronto dei processi dell'organismo con quelle condizioni chimiche (nel caso citato, l'affluenza dell'ossigeno) che si osservarono essere indispensabili per la trasformazione dell'acido urico in urea, il chimico si trova in istato di poter giudicare se tali condizioni siano le stesse nei due casi, oppure diverse. Qualora vi sieno differenze, si cerca di rinvenirne le cause; e quando queste sono conosciute, il fenomeno si trova spiegato.

L'urea e l'acido urico fanno parte dei prodotti delle trasformazioni che gli elementi azotati del sangue soffrono sotto la influenza dell'acqua e dell'ossigeno. La chimica esprime per mezzo di formole le relazioni che esistono tra l'ossigeno e l'acido urico, tra l'urea, l'ossigeno dell'aria e gli elementi dell'acqua, ed altresì le condizioni quantitative alla formazione di questi prodotti, e per quanto lo può ne dà la spiegazione.

Non fa mestieri di molta erudizione per comprendere che le differenze fra le proprietà di due corpi si debbano attribuire all'ordine in cui i loro elementi si trovano in essi collocati, oppure che provengano da una differenza quantitativa nella composizione. Le formole del chimico sono delle espressioni per gli ordini differenti di collocamento e per le differenze quantitative che accompagnano le differenze osservate nelle qualità. La chimica odierna, anche col mezzo dell'analisi più esatta, non potrebbe determinare con certezza la composizione di un corpo organico, senza conoscere i rapporti quantitativi che esso presenta con un altro corpo, sulla di cui formola non esiste più dubbio veruno. Solo in questo modo si è potuto p. e. stabilire la formola dell'olio di mandorle amare e quella dell'olio di patate. Quando mercè

dell' osservazione diretta non è possibile di rilevare un rapporto di dipendenza tra due corpi, il chimico si vede costretto a crearsi i rapporti mercè l'arte di sperimentare: egli cerca di dividere il corpo in due o più prodotti e di esaminare gli altri prodotti che ottiene in virtù dell'influenza dell'ossigeno, del cloro, degli alcali e degli acidi sopra i primi prodotti; e procedendo con questi mezzi gli riesce finalmente di ottenere uno o più prodotti di una composizione rigorosamente determinata di cui egli conosce la formola. A siffatta formola egli rannoda allora la formola cercata del corpo, e rinviene così la somma totale mercè la conoscenza di una, di più o di tutte le singole parti di cui il tutto si compone. Così p. e. il *numero* degli equivalenti di carbonio, d'idrogeno e di ossigeno contenuti in una molecola di zucchero, non si può determinare per l'analisi; l'abilità di un chimico non costituisce la pruova dell'esattezza di un'analisi da esso eseguita della salicina o dell'amiddalina. Ma lo zucchero si combina coll'ossido di piombo; esso si divide, con la fermentazione, in acido carbonico ed in alcool, due combinazioni le cui formole sono perfettamente conosciute; l'amiddalina si decompone in acido prussico, olio di mandorle amare e zucchero; la salicina si tramuta in zucchero e saligenina.

Egli è evidente che conoscendo il peso di un corpo, e quello di uno, di due o di tutti i prodotti che ne risultano, e la loro formola, si può da ciò dedurre il numero ed i rapporti di uno, di due o di tutti i suoi elementi, vale a dire, la formola del corpo mercè la quale il risultamento dell'analisi può venir verificato o corretto.

Posto ciò è facil cosa il comprendere il significato delle formole chimiche. La formola vera di un corpo esprime i rapporti quantitativi che esso presenta con uno, due o più altri corpi. La formola dello zucchero esprime la intera somma degli elementi che esso contiene, e che si combinano con un equivalente di ossido di piombo, ovvero la quantità di acido carbonico e di alcool nella quale in virtù della fermentazione si decompone. Laonde facilmente s'intende ora perchè il chimico è spesse volte obbligato di dividere in un gran numero di prodotti la sostanza di cui vuol determinare la composizione, e perchè studia le combinazioni che la stessa sostanza forma con altri corpi. Tutte queste ricerche gli servono di controllo per l'analisi che si trova di aver fatta. Nessuna formola merita piena fiducia se il corpo di cui essa vuole

esprimere la composizione non sia stato sottoposto a siffatte operazioni.

Alcuni fisiologi moderni, dimenticando che la conoscenza dei rapporti di due fenomeni deve precedere la loro espressione in numeri, hanno fatto delle formole chimiche un gioco di fantasia privo di senso. Invece di dare la espressione di un rapporto di dipendenza esistente in natura, essi, mercè dei numeri, cercarono di stabilire dei rapporti che in natura non esistono, o che non si sono giammai osservati. Ma l'essere adoprati a questo modo non è mica la proprietà dei numeri.

LETTERA XXVI.

Alle scoverte fatte negli ultimi tempi dalla chimica nel campo della fisiologia noi andiamo oggi debitori di schiarimenti inaspettati sopra parecchi dei più importanti processi che hanno luogo nell'organismo animale. Non vi ha più dubbio alcuno su ciò che devesi chiamare *veleno*, *alimento* o *farmaco*; l'idea della fame e della morte più non consiste nella semplice descrizione di circostanze.

Or con positiva certezza noi sappiamo, che gli alimenti dell'uomo dividonsi in due grandi classi, di cui, nel corpo animale, l'una serve propriamente alla nutrizione ed alla riproduzione delle parti solide, e l'altra a coadiuvare questi stessi processi ed altresì a fini diversi. Or si dimostra con certezza matematica come tanto di fior di farina quanto ne va sulla punta di un coltello sia più nutritiva, in quanto alla formazione del sangue, che cinque *misure* della migliore birra di Baviera; e che un individuo capace di bere ogni giorno cinque *misure* di birra, consuma in un anno, nelle condizioni più favorevoli, per l'appunto tante parti nutritive quante ne sono contenute in un pane di cinque libbre o in tre libbre di carne.

Il totale invertimento di tutte le idee anteriori sulla parte

che prendono la birra, lo zucchero, l'amido, la gomma, ec. nelle funzioni della vita, ed una cognizione più giusta delle ultime ricerche e modi di vedere in questa materia, appagherà forse la curiosità della maggior parte dei leggitori.

Le prime condizioni a mantenere la vita animale sono: il ricevimento dei cibi (il soddisfare la fame), e quello dell' ossigeno dell'aria (il processo della respirazione). Ad ogni istante della sua vita l' uomo riceve ossigeno per mezzo degli organi respiratori; e fintanto che l'animale mantiene la vita, non si osserva in ciò mai alcuna interruzione. Dalle osservazioni dei fisiologi si scorge, che il corpo di un uomo adulto sufficientemente nutrito, in termine di 24 ore non è nè cresciuto nè diminuito di peso; e ciò non ostante la quantità di ossigeno ricevuta durante questo tempo dal suo organismo non è niente indifferente. Secondo le esperienze di LAVOISIER e di MENZIE, il corpo di un uomo, che ha finito di crescere, riceve dall'atmosfera, in un anno, da 7 in 800 libbre (=rot. 336 in 384 (1)) di ossigeno, e pur tuttavia noi troviamo dal principio alla fine dell'anno il suo peso o affatto inalterato o solo di poche libbre aumentato o diminuito. Che si è fatto, si può chiedere, di questo enorme peso di ossigeno che un individuo riceve in sè nel corso di un anno? La quistione è sciolta con sufficiente certezza: nessuna parte dell'ossigeno ricevuto rimane nel corpo, uscendone di bel nuovo, o qual combinazione col carbonio, o coll' idrogeno. Il carbonio e l' idrogeno di certe parti costituenti il corpo animale si sono combinati coll'ossigeno ricevuto per mezzo de' polmoni e della cute e sono usciti dal corpo in forma di acido carbonico e di vapore acqueo. Ad ogni respiro, in ogni momento della vita si staccano dall'organismo animale certe quantità delle sue parti costituenti, dopo che nel corpo stesso si sono combinate coll' ossigeno dell' aria atmosferica. E però, supponendo che la quantità del sangue nel corpo di un uomo pesi 12 libbre (=rot. 5,76) e che vi sia contenuto l' 80 per 100 di acqua, se ne inferisce dalla nota composizione del sangue, che, per trasformare totalmente il suo carbonio ed il suo idrogeno in acido carbonico ed in acqua, si richiegga una quantità di ossigeno eguale a quella che dal corpo di un uomo adulto vien ricevuto in due o tre giorni.

Qualunque sia il modo di operare di siffatto ossigeno, o che si combini alle parti costituenti il sangue o pure ad altre mate-

(1) Dunque pressochè un rotolo al giorno.— *Trad.*

rie del corpo ricche di carbonio e d'idrogeno, non si potrà opporre nulla alla conclusione che il corpo umano debba mercè gli alimenti rimpiazzare in due giorni e cinque ore tanto di carbonio e d'idrogeno, quanto sarebbe necessario a provvedere di queste parti costituenti 12 libbre (= rot. 5,76) di sangue, dato però che il peso del corpo stesso conservasse il suo stato normale.

Questa compensazione ha luogo mercè i *cibi*.

Dalla esatta determinazione delle quantità di carbonio che nei cibi s'intromette dentro il corpo, nonchè dal calcolo di quella quantità che nelle fecce e nell'urina esce non abbruciata, o, se volete, che esce in un'altra forma che non sia quella di una combinazione coll'ossigeno, s'inferisce che un uomo adulto facendo un moto regolare consuma quotidianamente 27,8 *loth* (13,9 once = 435 grammi) di carbonio (1), che dalla cute e dai polmoni vengono emessi in forma di acido carbonico. Or questi 27,8 *loth* di carbonio abbisognano di 74 *loth* (= 37 once) di ossigeno, onde convertirsi in acido carbonico. Secondo le analisi e le determinazioni di Boussingault (*Ann. de chim. et de phys. LXX, 1, 136*), un cavallo consuma, in 24 ore, 158 3/4 *loth* (79 3/8 once) di carbonio, una vacca lattante 141 1/2 *loth* (70 3/4 once) ed un porco cibato di patate 43 *loth* (= 22 1/2 once). Coteste quantità di carbonio si

(1) Le sopraccitate cifre sono ricavate, in termine medio, dalla consumazione fatta in un mese da 856 soldati accasermati, i cibi dei quali (pane, patate, carne, lenticchie, piselli, fave, ec.) furono, ad eccezione del pepe, del sale e del butirro, scrupolosamente pesati; ogni sostanza di queste fu poi sottoposta ad una analisi particolare. Il consumo era lo stesso per tutti, e soltanto ne fecero eccezione tre soldati della guardia, che oltre la prescritta quantità di pane (2 libbre al giorno) a ogni torno di paga ebbero una pagnotta = 2 libbre e mezzo di più, ed un tamburo che nel tempo stesso economizzò 1/2 pagnotta. Non fu compresa nel calcolo la quantità di carbonio contenuta ne' legumi freschi, e nel *sauerkraut;* come neanche tutto ciò che i soldati consumarono la sera. Secondo una valutazione approssimativa del 1° sergente, ogni soldato consuma giornalmente circa 3 once di salsiccia, 3/4 d'oncia di butirro, 1/2 *schoppen* di birra (= 1/4 litro), 1/10 *schoppen* di acquavite; il carbonio di tutte queste sostanze eccede più del doppio tutto il carbonio contenuto nelle fecce e nell'urina. Le fecce pesano, termine medio, 11 1/2 *loth* e contengono 75 per cento di acqua; il residuo secco contiene 45, 24 per cento di carbonio e 13, 15 di cenere. Cento parti di fecce fresche contengono per conseguenza 11, 31 di carbonio, ovvero quasi quanto ne contiene un egual peso di carne fresca. In questo calcolo il carbonio delle fecce e quello dell'urina fu ragguagliato al carbonio contenuto ne' legumi freschi e negli altri cibi consumati nelle taverne.

sono dal corpo di questi tre animali segregate in forma di acido carbonico. Il cavallo, per trasformare il carbonio in acido carbonico, abbisogna di 13 7/32 libbre (= rot. 6,44) di ossigeno in 24 ore, e la vacca di 11 2/3 libbre (= rot. 5,6). Siccome nessuna parte dell'ossigeno assorbito esce dal corpo altrimenti se non combinata al carbonio o all'idrogeno; siccome inoltre nello stato normale di sanità il carbonio e l'idrogeno che sono usciti in questa guisa vengono rimpiazzati dal carbonio e dall'idrogeno che entrano nel corpo con gli alimenti, così è chiaro che la quantità dei nutrimento necessaria all'organismo animale per la sua conservazione sta in ragion diretta dell'ossigeno assorbito.

Due animali, che durante un tempo eguale ricevono per la cute e pei polmoni quantità ineguali di ossigeno, consumano nella stessa proporzione pesi ineguali di un medesimo alimento.

Il consumarsi dell'ossigeno per tempi eguali può formularsi dal numero dei respiri; egli è perciò chiaro che nel medesimo animale la quantità del cibo necessario varia secondo il numero o la durata delle respirazioni.

Il fanciullo, nel quale gli organi respiratorî sono più attivi che in un uomo adulto, deve ricevere gli alimenti più spesso e proporzionatamente anche in maggior quantità di quest'ultimo; esso può meno facilmente sopportare la fame. Un uccello privo di cibo muore al terzo giorno; un serpente, che respirando per un'ora sotto una campana di cristallo, appena consuma tanto di ossigeno da rendere sensibile l'acido carbonico prodotto, vive tre mesi e più senza cibo.

Nello stato di riposo, il numero dei respiri è minore che nello stato di agitazione e di fatica. La quantità di alimenti necessaria in siffatti due stati deve di necessità serbare lo stesso rapporto.

Un'abbondanza di alimenti che sia unita alla mancanza dell'ossigeno inspirato (per difetto di moto), o pure un moto forte (che richiede una maggiore quantità di cibi) e una debolezza negli organi digestivi, sono degli stati tra loro incompatibili.

La quantità di ossigeno che un animale inspira non dipende soltanto dal numero de' respiri, ma benanche dalla grandezza e dall'ambito dei polmoni, ed altresì dalla rapidità con cui il sangue si muove da un sito all'altro. Il numero delle pulsazioni in un dato tempo ci somministra una misura abbastanza esatta per valutare la velocità con cui il sangue scorre attraverso i polmoni, abbenchè in questo modo non si potesse determinare la quantità

del sangue che vi affluisce, polchè questa dipende dalla grandezza o dallo spazio interno della cavità del cuore. Tutti questi rapporti hanno una certa influenza sulla quantità di ossigeno, ed in conseguenza di ciò anche sulla quantità dei cibi da consumarsi. Due individui con pulsazioni ineguali o con polmoni d'ineguale grandezza consumano, in pari circostanze, una quantità ineguale di cibi; l'individuo con polmoni più piccoli ne consuma meno. Se l'uno come l'altro consumano una quantità egnale di cibi, potrà avverarsi che quello rimanesse macilento mentre questo s'impingua. La giusta estimazione della cavità del petto fornisce agli esperti coloni un punto certo di appoggio, onde decidere tra due vacche quale di esse dia più latte, e tra due buoi o porci quale sia più atto ad ingrassarsi, avendo e le une e gli altri fattezze eguali.

Nella state l'aria atmosferica contiene del vapore acqueo, nell'inverno essa è secca; lo spazio che il vapore acqueo occupa nell'aria calda viene occupato nell'inverno dall'aria, ovvero in altre parole, l'aria a volume eguale contiene nell'inverno più ossigeno che nella state.

In modo simile la quantità assoluta di ossigeno contenuta nel volume di aria inspirata differisce a misura che lo stato del barometro si cambia; al livello del mare un piede cubo di aria contiene una quantità maggiore di ossigeno che sulle montagne alte. Sopra gli alti piani abitati dell'America centrale, all'altezza di 8 in 10,000 piedi, l'aria a volumi eguali, contiene quasi un terzo di meno di ossigeno di quello che essa contiene nei profondi strati delle miniere di stagno di Cornovaglia (Inghilterra); ma queste differenze nella densità dell'aria cagionate dalla temperatura, dall'evaporazione, o dalla pressione, non esercitano veruna sensibile influenza sulla quantità di ossigeno che ad ogni minuto secondo vien ricevuta dal sangue, e perciò neanche sulla quantità giornaliera e necessaria dei cibi.

La quantità di ossigeno che si consuma dipende unicamente dai movimenti respiratori e dal moto del sangue, e da ciò si spiega perchè nei climi caldi la respirazione si rilassi e perchè nell'aria fredda in cui il numero e la intensità delle respirazioni si aumenta, si consumi una quantità maggiore di ossigeno.

L'azione reciproca delle parti costituenti dei cibi e dell'ossigeno, che da per tutto si diffonde nel corpo in virtù della circolazione del sangue, è la *sorgente del calore animale.*

LETTERA XXVII.

La sorgente del calore animale, le leggi secondo le quali questo calore vien prodotto, la influenza che esercita sulle funzioni dell'organismo animale, sono soggetti cotanto istruttivi e piacevoli, che io non posso far a meno di richiamare su ciò la vostra attenzione, accennandone qualche fatto.

Tutti gli esseri viventi, la esistenza de'quali si fonda sopra l'assorbimento dell'ossigeno, posseggono una sorgente di calore indipendente dall'ambiente in cui vivono. Questa verità si riferisce a tutti gli animali; estendesi ai semi germoglianti, ai fiori delle piante ed al frutto che va incontro alla sua maturazione. Il calore si produce solamente in quelle parti degli animali a cui può giungere il sangue arterioso e con questo l'ossigeno assorbito nel processo della respirazione. I capelli, la lana, le piume non posseggono veruna temperatura propria. Siffatta temperatura più elevata del corpo animale, o, se si vuole, questa emanazione di calore è da per tutto ed in ogni circostanza la conseguenza della combinazione di una sostanza combustibile coll'ossigeno. Qualunque sia la forma in cui il carbonio si combini coll'ossigeno, l'atto della combinazione non può effettuarsi senza che sia accompagnato da uno sviluppo di calore. Non importa se la combinazione si operi lentamente o pure con rapidità, se abbia effetto a bassa o ad elevata temperatura: la quantità del calore divenuto libero resta sempre la stessa. Il carbonio de'cibi trasformandosi nel corpo dell'animale in acido carbonico, deve necessariamente sviluppare quella quantità di calorico che svilupperebbe bruciando direttamente nell'aria o nell'ossigeno; la sola differenza è questa, che la detta quantità di calorico si genera in tempi ineguali. Nel gas ossigeno puro la combustione procede più rapidamente, e la temperatura è più elevata; nell'aria si opera più lentamente, la temperatura è meno alta, ma invece dura più a lungo.

Egli è chiaro, che il numero de'gradi di calore che si svolge nell'atto della respirazione deve crescere o diminuire con la

quantità dell'ossigeno che i polmoni ricevono in tempi eguali. Gli animali che hanno la respirazione vivace e rapida, e quindi consumano molto ossigeno, posseggono una temperatura più alta degli altri, i quali durante il tempo stesso e con egual volume di corpo a riscaldare ne ricevono meno; un fanciullo ha più calore (39°) di un uomo adulto (37,5°), un uccello (40 in 41°) più di un quadrupede (37 in 38°), più di un pesce o di un amfibio di cui la temperatura propria s'innalza da 1 e 1/2 sino a due gradi sopra quello dell'ambiente. Tutti gli animali sono di sangue caldo; ma soltanto di quelli che respirano con polmoni il calore proprio è del tutto indipendente dalla temperatura del mezzo in cui vivono.

Le osservazioni più degne di fede dimostrano che la temperatura dell'uomo, nonchè quella di tutti gli animali così detti a sangue caldo, resta costantemente la stessa in tutti i climi, tanto nella zona temperata quanto sotto l'equatore o nelle vicinanze de' poli; ma quanto sono diverse le condizioni della loro esistenza!

Il corpo animale è un corpo riscaldato il quale rispetto a ciò che gli sta intorno comportasi come tutti gli altri corpi caldi; esso riceve del calore se la temperatura esterna è più alta della sua propria, e ne cede se questa è più bassa di quella.

Noi sappiamo che la rapidità con cui un corpo caldo si raffredda, cresce con la differenza tra la temperatura propria del corpo e quella del mezzo ambiente, cioè quanto più il dintorno è freddo tanto più breve è il tempo in cui il corpo caldo si raffredda.

Ma quanto è diversa la perdita del calore che prova un uomo in Palermo, ove la temperatura esterna è quasi eguale a quella del corpo, e la perdita del calore a cui è soggetto l'abitante del polo che vive in una temperatura più bassa da 40 a 50 gradi!

Non ostante siffatta perdita cotanto ineguale, l'esperienza dimostra che il sangue dell'abitante delle regioni polari non ha in modo alcuno una temperatura più bassa di quella dell'abitatore dei paesi caldi, che vive non pertanto in un ambiente così diverso.

Questo fatto riconosciuto nel suo vero significato dimostra, che il calore perduto viene rimpiazzato nel corpo animale con rapidità eguale a quella della sua perdita. Questo compensamento si fa più presto nell'inverno che in estate, ed ai poli più rapidamente che sotto l'equatore.

Ora la quantità dell'ossigeno, che per mezzo della respira-

zione entra nel corpo, varia secondo la temperatura dell'aria esterna; la quantità dell'ossigeno inspirato cresce con la perdita del calore cagionato dal raffreddamento; la quantità del carbonio, o dell'idrogeno necessaria per combinarsi con questo ossigeno, deve necessariamente crescere nella stessa proporzione. Egli è chiaro che la compensazione del perduto calore si opera mercè la reciproca azione delle parti costituenti dei cibi e l'ossigeno inspirato con cui esse si combinano. Per servirmi di un paragone, triviale per altro, ma però molto giusto, dirò, che il corpo animale si comporta sotto questo riguardo come un forno che provvediamo di combustibile. Qualunque sia la forma che i cibi successivamente assumono nel corpo, quali che siano le alterazioni che possano provare, l'ultima trasformazione è sempre quella del loro carbonio in acido carbonico e del loro idrogeno in acqua; l'azoto ed il carbonio non bruciato vengono cacciati via per l'urina e per gli escrementi solidi. Per avere una temperatura costante nel forno, secondo che varia la temperatura esterna, dobbiamo introdurvi maggiore o minor quantità di combustibile. Pel corpo animale i cibi sono il combustibile. Ad un conveniente accesso di ossigeno noi ne otteniamo, mercè la loro ossidazione, il calore che diventa libero. Aumentandosi nell'inverno coll'esercizio all'aria fredda la quantità dell'ossigeno inspirato, il bisogno di cibi ricchi di carbonio e d'idrogeno si fa sentire nella medesima proporzione, e noi soddisfacendo a questo bisogno ne ricaviamo il più potente preservativo contro il freddo più rigido.

L'ossigeno inspirato esce dai polmoni nell'estate e nell'inverno cambiato nello stesso modo. Ad una bassa temperatura e sotto una più forte pressione dell'aria noi espiriamo più di acido carbonico che ad una temperatura più alta, e però nella stessa proporzione dobbiamo perciò provvederci, negli alimenti nostri, di più o meno di carbonio, nella Svezia di più che nella Sicilia, e d'inverno nelle nostre regioni di un ottavo intiero di più che nella state. Ancorchè noi consumassimo nei luoghi freddi e ne' luoghi caldi quantità di cibi eguali in peso, una infinita Sapienza ha disposto le cose in modo che questi cibi differiscano assai tra loro per la quantità di carbonio in essi contenuta. I frutti di cui si cibano gli abitanti dei paesi meridionali, non contengono quando son freschi, oltre il 12 per cento di carbonio, mentre il lardo e l'olio di pesce di cui si nutriscono gli abitanti delle regioni polari, ne contengono da 66 a 80 per cento. Non è cosa molto difficile esse-

re sobrio in un paese caldo, o sopportare lungo tempo la fame sotto l'equatore; ma il freddo unito alla fame consuma il corpo in poco tempo.

Un uomo che prova la fame prova anche il freddo, e tutti sanno che gli animali di rapina dei climi settentrionali superano in voracità di gran lunga quei de' paesi meridionali.

L'aria, che nelle regioni fredde e temperate tende incessantemente a consumare il nostro corpo, ci obbliga al lavoro ed alla fatica, onde procacciarci il mezzo di resistere a siffatta influenza; mentre nei paesi caldi le circostanze che ci costringono a provvederci di cibi sono assai meno urgenti.

Le nostre vesti sono veri equivalenti dei cibi; quanto più caldamente ci vestiamo, tanto più, fino ad un certo grado, diminuisce il bisogno di mangiare; per la ragione appunto che la perdita del calore, il raffreddamento, diventa minore e perciò diminuisce ancora la quantità di cibi necessari alla riproduzione di siffatto calore. Se noi andassimo ignudi come gl'Indiani, o se alla caccia ed alla pesca noi fossimo esposti ai medesimi gradi di freddo, come il Samoiedo, potremmo anche noi digerire un mezzo vitello, ed ancora una mezza dozzina di candele di sego, siccome alcuni viaggiatori, caldamente vestiti, ci hanno con maraviglia narrato di quelli; noi potremmo senza alcun danno tracannare la quantità stessa di acquarzente o di olio di pesce, appunto perchè il carbonio e l'idrogeno contenutovi servirebbero a stabilire un equilibrio tra la temperatura esterna e quella del nostro corpo.

La quantità de' cibi da consumarsi dipende, come poc'anzi abbiamo veduto, dal numero delle respirazioni, dalla temperatura dell'aria che respiriamo, nonchè dalla quantità di calorico che il corpo cede all'ambiente. Nessun fatto contrario che si presenta isolatamente può smentire la verità di questa legge della natura.

Il raffreddamento del corpo, qualunque ne sia la cagione, esige una maggiore quantità di alimenti. Il solo trattenersi all'aria libera, non importa se in carrozza da viaggio o su la tolda di un vascello, aumenta la perdita del calorico per la irradiazione e per effetto di una più energica esalazione della cute, anche senza che facessimo maggior moto; onde noi ci troviamo costretti a mangiare più del consueto. Lo stesso vale per le persone le quali sono avvezze a bere copiosamente dell'acqua fredda, che si riscalda a 37° ed esce quindi di bel nuovo: — si accresce così l'appetito e le persone di una debole costituzione debbono, mercè un moto con-

tinuato, arrecare al corpo l'ossigeno necessario a ripristinare il calore perduto. Il forte e continuato parlare e cantare, il gridar dei fanciulli, l'aria umida, tutto ciò esercita una ben definita ed evidente influenza sulla quantità dei cibi da prendersi.

La quantità ineguale di calorico che nell'estate e nell'inverno o in un clima caldo ed in un clima freddo si va a perdere, non è la sola cagione che rende necessaria una quantità diversa di alimenti; altre ve ne sono che esercitano una influenza ben determinata sulla quantità dei cibi necessaria per la conservazione della salute. Tra le influenze di tal fatta sono da annoverare particolarmente il moto ed ogni specie di lavori e fatiche del corpo. Ad una definita quantità di forza meccanica consumata dal corpo corrisponde sempre un consumo equivalente di sostanze nel corpo, consumo che si deve rimpiazzare mercè dei cibi. All'animale che si adopera nei lavori si deve aggiungere una certa quantità di foraggio. Un aumento di lavoro, una fatica al di là de' limiti assegnati, senza che in corrispondenza si aumentino gli alimenti, non è possibile lungamente; la salute dell'animale ne resterebbe minacciata.

E però il consumo di parti del corpo, ovvero il consumo di forza sta sempre in un certo rapporto col consumo di ossigeno nel processo della respirazione; e la quantità di ossigeno ricevuta dal corpo in un dato tempo, in tutte le stagioni ed in tutti i climi del mondo, determina la quantità dei cibi necessaria al ripristinamento dell'equilibrio.

Il lavorante mentre consuma la stessa quantità di forza e di ossigeno si vede costretto in tempo d'inverno a riparare, mercè di vestimenta calde (cattivi conduttori del calorico), la perdita del suo calore, ed a lavorar poi bagnato e molle di sudore in tempo di està. Se la quantità dei cibi da lui consumata e quella dell'ossigeno fissato rimangono eguali, non varia nemmeno la quantità del calore che in lui si sviluppa.

L'intero processo della respirazione ci si mostra perfettamente chiaro allorchè osserviamo l'uomo o l'animale nello stato di perfetta astinenza da' cibi. I movimenti della respirazione rimangono inalterati, l'ossigeno è ricevuto dall'atmosfera, e l'acido carbonico ed il vapore acquoso vengono espirati non altrimenti che prima. Noi sappiamo con assoluta certezza donde derivano il carbonio e l'idrogeno, poichè, continuando la fame, vediamo una diminuzione nel carbonio e nell'idrogeno del corpo dell'individuo.

Il primo effetto della fame è la sparizione dell'adipe; di questo adipe non trovasi traccia alcuna nè nelle scarse fecce, nè nell'urina; il suo carbonio ed il suo idrogeno sono usciti per la cute e pei polmoni in forma di una combinazione coll'ossigeno: egli è chiaro, che queste sue parti costituenti hanno servito alla respirazione.

L'uomo assorbe ogni giorno 65 loth (once 32 1/2) di ossigeno, che alla loro uscita portano via una parte del corpo dell'affamato. Currie vide un ammalato, che non poteva inghiottire, perdere più di 100 libbre (48 rot.) del suo peso durante un mese; ed un porco ingrassato, rimasto coverto dalla frana di un monte, aveva perduto più di 120 libbre (rot. 57 2/3) dopo 160 giorni che visse senza cibo (Martell nelle *Transactions of the Linnean Society*, vol. xi, p. 411).

Lo stato degli animali soggetti al sonno invernale, nonchè lo accumulamento periodico del grasso in altri che sparisce a certi periodi della vita senza che ne rimanga la menoma traccia, tutti questi fenomeni, noti a chicchessia, provano che l'ossigeno nel processo della respirazione prosceglie tra le sostanze quelle che sono capaci di entrare in combinazione con esso. L'ossigeno si combina prima ed in preferenza con quelle sostanze che hanno con esso la maggiore affinità. E però non è solamente il grasso che sparisce nell'affamato; ma tutte le sostanze solide capaci a disciogliersi provano a poco a poco la stessa sorte. Ne'corpi consunti di coloro che son morti di fame, i muscoli sono sottili molli e privi di ogni facoltà di contrarsi; tutte le parti del corpo capaci a potersi disciogliere, hanno servito a preservare il rimanente organismo dall'azione dell'atmosfera che tutto distrugge; finalmente le parti costituenti del cervello prendono parte a siffatto processo di ossidazione, onde ne segue la demenza, il delirio e la morte, che è la cessazione di ogni resistenza; da questo istante comincia il processo chimico della lenta combustione; tutte le parti del corpo combinansi coll'ossigeno dell'aria.

Il tempo che impiega un individuo a morire di fame dipende dalla sua corpulenza, dal moto che fa (sforzandosi o travagliandosi), dalla temperatura dell'atmosfera, e finalmente dalla presenza o mancanza dell'acqua. Per la cute e pei polmoni evaporasi una certa quantità di acqua, la quale essendo assolutamente necessaria a promuovere qualsiasi movimento, accelera per la sua uscita la morte. Vi sono dei casi in cui, mercè l'uso illimitato

dell'acqua, la morte ebbe luogo soltanto dopo 20 ed in uno dopo 60 giorni.

Nella maggior parte delle malattie croniche succede la morte per la stessa cagione, per la influenza dell'atmosfera. Quando mancano le sostanze che sono destinate nell'organismo a mantenere il processo della respirazione, quando gli organi dell'ammalato vengono meno nelle loro funzioni, e perdono la facoltà di mettere, per la loro propria conservazione, i cibi ricevuti nello stato in cui le parti costituenti di essi possono effettuare la loro combinazione coll'ossigeno dell'aria, allora verrà impiegata allo stesso uso la sostanza propria degli organi, il grasso, il cervello, la sostanza dei muscoli e dei nervi. La vera cagione della morte in questi casi è l'atto stesso della respirazione, la influenza dell'atmosfera. La mancanza di nutrimento, la privazione della facoltà di trasformare i cibi in parti costituenti dell'organismo, altro non è che la mancanza di resistenza, ovvero la negativa cagione del cessare dell'attività vitale. La fiamma si estingue perchè l'olio è finito; l'ossigeno dell'aria è quello che l'ha consumato.

In talune malattie si producono delle materie che non sono atte all'assimilazione, e vengono rimosse dal corpo mercè la semplice astinenza dai cibi; combinandosi le loro parti costituenti coll'ossigeno dell'aria, esse spariscono senza lasciar di sè traccia veruna. Dall'istante in cui la funzione della cute o dei polmoni soffre una perturbazione, appariscono nell'orina sostanze più ricche di carbonio, che cambiano il suo colore ordinario in bruno.

Moltissime e forse il maggior numero di tutte le malattie croniche degli uomini sono determinate da un eccesso o da un disturbo nella proporzione delle funzioni degli organi digestivi e secregativi, rispettivamente ai rapporti di esse con quelli dei polmoni. Se noi riteniamo quel triviale confronto di sopra col forno, saprà ognuno, che un'accumulazione di fuliggine nel cammino, o un sopraccaricare del focolare con materiale combustibile interrompe le funzioni il focolare, e che con ciò si ottura la graticola attraverso la quale l'aria deve passare per intromettersi nello spazio ove il fuoco arde.

Nella macchina dell'organismo animale, che però è assai più perfetta, vi ha un rapporto di dipendenza del tutto simile tra i polmoni, il tubo intestinale e i rognoni.

I medici intelligenti ed esperti hanno riconosciuto da molto tempo come i rognoni e l'intestino retto sieno i regolatori dei pro-

cesso della respirazione. L'intestino retto è un organo della secrezione; esso è come la cappa dell'organismo, le parti puzzolenti delle fecce sono la fuliggine segregata dal sangue mercè dell'intestino retto; l'urina contiene quelle parti del fumo che si disciolgono nell'acqua, negli alcali o nei fluidi acidi. La opinione, che le fecce consistano in sostanze che si ritrovano nello stato di putrefazione e che esse riconoscano il cattiv'odore da questo stato, è del tutto erronea. Gli esperimenti che si sono all'uopo istituiti provano come le fecce della vacca, del cavallo, della pecora e quelle degli uomini sani non si ritrovano in istato di putrefazione. Nessuna sostanza putrescente possiede un odore simile alle secrezioni di tal fatta, e tutte le sostanze che tramandano questo odore si possono preparare arteficialmente con tutte le loro proprietà disgradevoli per mezzo dei processi di ossidazione dell'albumina, della fibrina, ec. L'urina del cavallo e quella della vacca contiene in quantità considerevole una sostanza che sotto la influenza degli acidi somministra un corpo bituminoso, nelle sue proprietà esterne in tutto simile al catrame; esso, ciò che è più mirabile ancora, dà per prodotto la parte principale che costituisce il catrame ordinario ricavato dalle legna, come pure quella del creosoto, cioè l'acido carbolico ossia idrato di fenile.

Per la contemporanea ed armonica cooperazione degli organi principali della secrezione il sangue conserva la sua composizione e purità, il che lo fa atto al processo della nutrizione. Il mangiare molto, che in tutte le parti del globo si esercita con grande inclinazione, è da paragonarsi ad un sopraccaricare il focolaio con materiali combustibili. Nel corpo degl' individui perfettamente sani, un piccolo eccesso di sostanze che dallo stomaco giungono nella circolazione del sangue non produce perciò alcun disturbo nelle funzioni della vita, imperocchè quella parte di essa che in un dato tempo non viene consumata dal processo della respirazione esce più o meno alterata dal corpo per la via dell' intestino retto o dei rognoni. Questi due ultimi organi si soccorrono in siffatte funzioni l'un l'altro a vicenda. Allorchè il sangue è soverchiamente carico e vi ha mancanza di ossigeno, l'urina si colorisce in bruno per un eccesso di sostanze organiche non abbruciate, o quando essa diventa torbida (per l'acido urico), ciò è spesso il segno della scemata e difettosa attività dell'intestino retto, onde in tal caso un semplice mezzo purgativo ripristina il disturbato rapporto coll'ossigeno che viene inspirato, eliminando dal sangue le so-

stanze imperfettamente ossidate; l'urina riacquista il suo ordinario calore e la trasparenza (PROUT).

Il polmone è di per sè un organo passivo; il processo principale che opera in esso non vi è determinato da una causa interna come nelle glandole e negli organi delle secrezioni, ma bensì da una causa esterna; e però manca in esso quella potente attività che negli altri organi si oppone alle perturbazioni esterne e le sospende. Il semplice inspirar polvere (particelle solide di sostanze organiche o minerali) determina nel tessuto del polmone depositi organici che si producono pure nello stesso modo per effetto di cause interne. Il fumo e la fuliggine si accumulano nel polmone o nei tessuti producendo delle formazioni anormali in tutt' i casi in cui le funzioni normali dell'intestino e dei rognoni si ritrovano impedite o soppresse per causa di malattia.

Tra i polmoni ed il fegato noi osserviamo un rapporto di dipendenza affatto simile. Negli animali inferiori, come pure nel feto, la grandezza del fegato sta in rapporto inverso con gli organi della respirazione non ancora o imperfettamente sviluppati; ed anche nella serie degli animali superiori in ogni individuo sano corrispondono ordinariamente dei piccoli polmoni ad un fegato grosso (TIEDEMANN). Disegnato alla grottesca, il fegato, è il magazzino per le sostanze servienti alla respirazione; esso è come un opificio in cui queste ricevono la forma e le qualità che le rendono atte alla produzione del calorico. Il fegato è piccolo tutte le volte che i polmoni sono maggiormente sviluppati; quanto più celere e perfetto è il consumo dei materiali combustibili tanto meno se ne accumula nel magazzino, di talchè l'ambito di questo sta in un rapporto ben determinato con la rapidità del consumo.

La respirazione è quasi il peso che scende, è la molla tesa che mantiene il movimento nell'orologio, i respiri sono le battute del pendolo che lo regolano. Pei nostri orologi ordinarî noi conosciamo con precisione matematica le variazioni che dalla lunghezza del pendolo e dalla temperatura esterna vengono portate nel loro regolare andamento; ma pochissimi soltanto son quelli che conoscono nella sua chiarezza la influenza che l'aria e la temperatura esercitano sullo stato sanitario del corpo umano; e pur tuttavia la indagine delle condizioni per mantenerlo nello stato normale non offre mica difficoltà maggiore di quella che offre il regolare andamento di un orologio ordinario.

LETTERA XXVIII.

Le alterazioni a cui va soggetta l'aria atmosferica nel processo della respirazione si sono studiate con la massima diligenza in questi ultimi tempi; e i risultamenti che ne derivano sono di un'alta importanza, perchè da essi si rilevano e s'imparano tutte le regole più necessarie per la conservazione e il mantenimento della salute.

I polmoni, considerati come la fucina della respirazione, sono delle ramificazioni simili a quelle di un albero formato di tubi che vanno sempre più assottigliandosi, di cui gli ultimi ramicelli finiscono con esser chiusi dalle così dette cellule polmonari e comunicano per mezzo della trachea con la cavità posteriore della bocca e con le fosse nasali e perciò coll'aria esterna. Le pareti delle cellule aeree dei polmoni sono attraversate da una rete di cui le maglie formate di vasellini capillari sono le une molto vicine alle altre, di tal che l'aria contenuta nelle cellule non è separata dal sangue se non da una membrana estremamente tenue, onde l'aria ed il sangue si trovano posti in contatto immediato mercè del liquido, che, proveniente dal sangue, inumidisce le pareti dei vasellini. I vasi capillari si riuniscono a poco a poco in ramicelli, dipoi in rami più grossi, e quest'ultimi anch'essi si riuniscono formando dei singoli grossi tronchi che finalmente s'immettono nel cuore. Il cuore è ripartito da un tramezzo in due metà, destra l'una e sinistra l'altra, ciascuna delle quali forma due cavità soprapposte l'una all'altra, un ventricolo ed un'orecchietta, che tra loro comunicano per mezzo di una larga apertura, la quale però è munità di valvule. Le contrazioni del cuore sono la prima causa del movimento del sangue. Per la contrazione del ventricolo destro, il sangue, che vi affluisce dalla rispettiva orecchietta e dalle vene, vien costretto a intromettersi nel polmone attraversando la così detta arteria polmonare; dal polmone, il sangue passa per i tronchi delle così dette vene polmonari nella orecchietta e ventricolo sinistro, donde per effetto della contrazione

di entrambi, viene compresso in un solo e grande tronco, l'aorta, che lo spinge nelle ramificazioni delle arterie di tutto il corpo. Il sangue poi, passando per le vene, ritorna allo stato di sangue venoso nell'orecchietta e nel ventricolo destro per fare di bel nuovo questo movimento circolatorio finchè dura la vita. Dalla contrazione del cuore nascono i battiti di esso e le pulsazioni nei vasi arteriosi. Ciascun battito, nell'uomo adulto, spinge dal cuore pei vasi sanguigni del polmone una quantità di sangue, estimata dai fisiologi, secondo la capacità del ventricolo destro, a 5 in 6 once (Volkmann); il sangue che attraversa il polmone (ove si calcolino in medio 72 pulsazioni) ammonta per ogni minuto alla enorme quantità di 22 in 27 libbre (= 10 in 12 rot.): questa quantità è due volte la massa intera del sangue che in un uomo adulto si contiene (Bischoff).

Nel tempo stesso che il sangue scorre con una sì grande velocità pei vasi sanguigni del polmone, l'aria si rinnova incessantemente nelle cellule del medesimo per effetto dei movimenti respiratori. Nello stato di salute e di calma si contano 15 in 16 inspirazioni, e se ne contano 20 durante un moto moderato. Un movimento più rapido accresce l'intensità, la profondità e la velocità delle inspirazioni. La quantità dell'aria che si espira varia secondo la statura degl'individui e la capacità del loro torace: laonde si può ammettere che la media dell'aria espirata da un uomo adulto sia mezzo litro (= 500 centimetri cubi = 22 pollici cubi di Assia = 30 in 31 pollici cubi inglesi); se le inspirazioni sono forti e profonde questa quantità arriva persino a raddoppiarsi.

Nei movimenti ordinarî di espirazione dell'uomo rimane sempre trattenuto dalle cellule del polmone 6 in 8 volte tanto di aria quanto ve ne entra per ogni singola inspirazione. L'aria fresca introdotta nel polmone vi si mischia coll'aria che di già vi si trova nelle cellule, e ad ogni movimento di espirazione una parte di quest'ultima viene espulsa e sostituita da altra aria fresca.

La mercè degl'innumerevoli vasi capillari che si trovano nel polmone, una superficie enorme del sangue venoso, per le pareti delle cellule, viene in contatto coll'aria inspirata. Il sangue subisce in queste circostanze immediatamente una potente modificazione, il colore oscuro del sangue venoso da un rosso quasi nero si converte in sangue arterioso di un rosso vermiglio; però alle proprietà nuove, che pel suo contatto coll'aria il sangue acquista nel cambiar di colore, il perdurare delle funzioni vita-

li e quello della vita stessa si trovano intimamente rannodate.

Mentre il sangue in questo modo cambia di colore, l'aria subisce nello stesso tempo un cangiamento essenziale nella sua composizione che or ora ci faremo ad esaminare più da vicino.

Le parti principali dell'aria atmosferica sono, l'ossigeno, l'azoto, e una piccola quantità di gas acido carbonico e di gas ammoniacale; oltre a queste parti non vi si trovano se non delle tracce, che quasi sfuggono ai sensi, di gas combustibili, e sempre una certa quantità di umido, che è molto variabile.

I mezzi usati dai chimici per determinare le quantità rispettive delle parti costituenti l'aria sono semplicissimi. L'idrato di potassa ovvero la così detta potassa caustica assorbe più di 100 volte il suo volume di acido carbonico; e però facilmente si comprende che riempiendone un tubo e facendovi passare per dentro lentamente una quantità misurata di aria secca, p. e. un piede cubico, si può determinare, dall'incremento del peso del tubo, il peso del gas acido carbonico contenuto in quel piede cubico di aria. In quel modo appunto che l'acido carbonico si comporta coll' idrato di potassa si comporta pure l'ossigeno dell'aria col rame metallico riscaldato al rosso. Quando si dirige un piede cubico di aria secca e priva di acido carbonico attraverso un tubo incandescente, pieno di limatura di rame, tutto l'ossigeno si fissa sul rame, e l'aumento di peso del tubo indica, dopo l'operazione, la quantità di ossigeno contenuta nel piede cubico di aria di cui già si conosce il peso totale (Dumas).

In questo modo si è trovato che l'aria secca, priva di acido carbonico, contiene in peso, su 1000 parti, 231 di ossigeno; il rimanente è azoto. Siccome a volumi eguali il gas ossigeno è un poco più pesante dell'azoto, questi numeri non sono gli stessi per le proporzioni in volumi delle parti costituenti dell'aria. In 100 volumi di aria sono contenuti 21 volumi di ossigeno (o più esattamente 20,90, secondo Dumas, Brunner, Bunsen, Regnault); e in 2000 volumi di aria atmosferica ordinaria si racchiude, termine medio, 1 volume di gas acido carbonico, ovvero, 1000 parti di aria in peso ne contengono 3/4 parti in peso.

La composizione dell'aria che si caccia nella respirazione differisce molto da quella dell'aria atmosferica.

Quando s'introduce un ranno concentrato di potassa (circa 1/40 del volume dell'aria) in un tubo di vetro, chiuso in una delle estremità, diviso in parti di volumi eguali e ripieno di aria espi-

rata secca, si vede diminuire immediatamente il volume dell'aria, essendosi la potassa appropriata tutto l'acido carbonico che vi era contenuto. Se dipoi in questo stesso ranno di potassa s'introduce una soluzione concentrata di acido pirogallico (la metà circa del ranno), il miscuglio assorbe l'ossigeno dell'aria così rapidamente come lo farebbe il rame metallico al calore incandescente; si opera così una nuova diminuzione di volume, che corrisponde esattamente alla proporzione dell'ossigeno contenuto nell'aria. Il gas che rimane è l'azoto.

In questo modo si trova che 100 volumi di aria espirata contengono, essendovi la respirazione ordinaria e normale, 3 1/2 in 5 volumi di acido carbonico, e 16 1/2 in 15 volumi di ossigeno. L'aria espirata sul principio dell'esperimento contiene meno di acido carbonico; quando le inspirazioni sono profondissime, se ne trova di più, e qualche volta fino ad 8 1/2 o 9 per 100.

Da ciò s'inferisce che pel suo contatto coi sangue nei polmoni, la quantità di ossigeno dell'aria pura vi diminuisce da un quinto a un quarto, mentre la proporzione dell'acido carbonico vi diventa più di 100 volte maggiore. Egli è manifesto che la trasformazione del sangue venoso in sangue arterioso, e il cambiamento di colore che in esso si verifica sono determinati da un segregamento di acido carbonico che si mescola coll'aria, e da un assorbimento di ossigeno che si combina con taluni dei principi del sangue. Una certa quantità di ossigeno entra dall'aria nel sangue, ed in suo luogo, l'aria riceve ordinariamente un volume alquanto minore di gas acido carbonico.

La quantità di acido carbonico contenuta nell'aria che vien cacciata dai polmoni in ogni singola espirazione, secondo le esperienze di Prout, è massima nello stato di calma perfetta dell'animo o di moto moderato del corpo, come pure ad una bassa pressione atmosferica; in generale, la quantità di questo acido contenuta in 100 parti di aria diminuisce quando la respirazione è rapida e copiosa; la quantità intera dell'acido carbonico espirato in un tempo definito è in quest'ultimo stato molto più grande di quello che non lo sia nello stato detto di sopra in un tempo eguale. Dalle esperienze all'uopo istituite da Vierordt si è trovato, che a 6 inspirazioni per minuto l'aria che si caccia contiene del suo peso 0,057, a 12 inspirazioni 0,041, a 24 respirazioni 0,033, a 48 inspirazioni 0,029 di acido carbonico. In 6 inspirazioni per minuto, il volume del gas acido carbonico espirato ammonta a 11 pollici

cubi (= 171 centimetri cubi); per 12 inspirazioni a 25 e 1/3 pollici cubi (= 396 centimetri cubi), e per 48 inspirazioni a 44 e mezzo pollici cubi (= 696 centimetri cubi).

Chiaramente si rileva da questi numeri la influenza delle inspirazioni forti e frequenti sull'atto della respirazione: esse hanno evidentemente per effetto di aumentare potentemente, in un tempo determinato, la eliminazione dell'acido carbonico, vale a dire il decarbonizzamento del sangue.

Non senza ragione si crede che la quantità di ossigeno la quale passa nel sangue sia in rapporto diretto coll'aumento o colla diminuzione della quantità di acido carbonico esalata; che per ciò il sangue riceve in uno stesso tempo tanto più di ossigeno dall'aria quanto più di acido carbonico esso le cede.

Il sangue che si agita con dell'aria le toglie in ossigeno più del 10 per 100 del proprio di lui volume, ed il gas ossigeno così assorbito si fa espellere quasi interamente agitando il sangue nell'aria contenente un eccesso di gas acido carbonico. Agitando poi con dell'aria pura il sangue saturato di gas acido carbonico, questo si sviluppa di nuovo, ed in suo luogo viene assorbito l'ossigeno il quale nello stesso modo può anche esso venir rimosso dall'acido carbonico (1).

(1) Riguardo alla forma sotto la quale l'ossigeno assorbito è contenuto nel sangue esistono due opinioni che si contrariano tra loro. Gli uni pensano che la eliminazione del gas ossigeno operato per un eccesso di gas acido carbonico fosse una pruova evidente che questo ossigeno non sia combinato chimicamente col sangue, ma che vi sia semplicemente assorbito. Ma questa espressione data al fenomeno non è esatta in guis'alcuna. E però, mentre che 1000 volumi di acqua agitati e compiutamente saturati d'aria, non assorbono che 9 volumi e 1/4 di ossigeno e 18 volumi e 1/2 di azoto (Gay-Lussac), 1000 volumi di sangue, secondo le eccellenti esperienze di Magnus, fissano 100 a 130 volumi di ossigeno e solamente 17 in 33 volumi di azoto. Questi risultamenti provano ad evidenza che l'ossigeno ritenuto dal sangue non può che in parte essere contenuto allo stato di assorbimento nel liquido del sangue, poichè questo stesso liquido non è che acqua; e noi sappiamo che questa, in quantità eguale, assorbe 11 in 14 volte meno di gas ossigeno che il sangue. La maggior capacità di assorbimento di quest'ultimo è dovuta quindi necessariamente a certe sue parti costituenti che hanno maggiore affinità dell'acqua per l'ossigeno. L'intensità dell'attrazione che ritiene l'ossigeno combinato al sangue è debolissima, ma ciò non è una pruova che questo ossigeno non vi si ritrovi in chimica combinazione. Noi possiamo aumentare la capacità assorbente dell'acqua per molti gas, aggiungendo ad essa delle sostanze che

Dal sangue arterioso cavallino, non agitato con l'aria ma saturato col gas acido carbonico all'uscir dai vasi, MAGNUS ottenne

hanno per i gas una affinità chimica, qnantunque debolissima. Così quando all'acqua si aggiunge del fosfato di soda, si aumenta la sua facoltà di assorbire l'acido carbonico; per la presenza di 1 parte di qnesto sale in 100 parti del suddetto liquido, questo acquista la proprietà di poter assorbire, sotto la pressione ordinaria dell'atmosfera, dne volte più di acido carbonico di quanto ne assorbirebbe per sè solo nello stato puro. Una soluzione acqnosa di solfato di ferro assorbe fino a 40 volte più di gas ossido nitrico che l'acqua pura; i due gas assorbiti dai due liquidi se ne scappano quando questi sono introdotti nel vuoto; e si possono anche espellere, agitando semplicemente il primo liquido con dell'aria, ed il secondo con del gas acido carbonico. Niuno vi ha che riguardi questi fenomeni, tanto rassomiglianti a quelli che offre il sangue, come una pruova che l'acido carbonico, nella soluzione del fosfato di soda, o il gas ossido nitrico, nella soluzione di solfato di ferro, vi siano semplicemente assorbiti, e non combinati chimicamente; perchè si sa che la facoltà dissolvente dell'acqua in questi casi dipende dalla quantità de' sali disciolti in essa. E però se la quantità del gas che viene assorbito cresce, fino a un certo grado, con la proporzione del sale disciolto nel liquido, se ne inferisce con ogni certezza che l'assorbimento del gas dipende dal sale e non dall'acqua.

Vi sono due cause che determinano l'assorbimento di un gas in un liqnido o il potere assorbente di quest'ultimo; l'nna di esse consiste nella pressione esercitata sul gas che si ritrova a contatto del liquido, e questa è nna causa esterna; l'altra è una attrazione chimica che le parti o gli elementi dello stesso liquido operano sopra il gas.

In tutti i casi in cui un gas è contenuto in un liquido solo per assorbimento e non in chimica combinazione, la quantità del gas assorbito dipende unicamente dalla pressione esterna; essa cresce o diminuisce al diminuirsi o al crescere di siffatta pressione. Agitando la soluzione di fosfato di soda con del gas acido carbonico, saturandola così alla pressione ordinaria atmosferica, la soluzione assorbe due volte più di gas acido carbonico di quello che l'acqua assorbirebbe alla stessa pressione; operando in seguito sotto una pressione doppia, il potere di assorbire della soluzione non crescerà nella stessa proporzione, ma in proporzione molto minore. In fatti la soluzione satura di fosfato di soda si comporta coll'acido carbonico, sotto questa doppia pressione, in quel modo appunto che l'acqua satura di gas acido carbonico sotto la pressione semplice; la facoltà di assorbire l'acido carbonico non cresce perciò maggiormente per la soluzione di fosfato di soda di quello che cresca per l'acqua pura, perchè l'attrazione chimica che prima aveva aumentato il potere assorbente dell'acqua non continua ad agire, poichè avendo avuto il suo effetto (l'ingenerarsi di una combinazione chimica) non ne produce un secondo. Nella stessa guisa una soluzione di solfato di ferro saturata di gas ossido nitrico si comporta verso questo gas sotto una pressione maggiore. Se 100 volumi

in gas ossigeno più del 10 per 100 del volume di quello. Il sangue in siffatto modo trattato diventa alternativamente vermiglio come il sangue arterioso, e rosso-porporino scuro come il sangue venoso.

Questi fatti provano che l'acido carbonico e l'ossigeno producono sul sangue effetti contrari. Vi ha luogo una eliminazione di gas acido carbonico ed una fissazione di gas ossigeno, quando l'aria esterna contiene una certa quantità di ossigeno; ma, se l'aria contiene un eccesso di acido carbonico, è al contrario l'ossigeno quello che viene espulso: ogni volta che i due gas sono contenuti nell'aria in una certa data proporzione, essi dovranno equilibrarsi reciprocamente; il sangue non subirà alterazione alcuna ed il sangue venoso non potrà in questo caso tramutarsi in sangue arterioso.

di una simile soluzione si sono saturati, alla pressione ordinaria, con 100 volumi di gas ossido nitrico, la stessa soluzione non ne assorbirà, sotto una pressione doppia, altri 100 ma solamente altri 10 volumi; essa non ne assorbirà cioè più di quanto l'acqua ne avrebbe assorbito in eguali circostanze.

Il sangue si comporta perfettamente nello stesso modo come questi liquidi. Se l'ossigeno non fosse che assorbito dal sangue, questo ricevendo alla pressione ordinaria 12 per 100 di ossigeno dall'aria, che non ne contiene che 1/5, dovrebbe sotto la doppia e tripla pressione assorbirne due o tre volte tanto; ed agitato col gas ossigeno puro ne dovrebbe ritenere circa il quintuplo.

Finchè non si sarà dimostrato che il potere assorbente del sangue per l'ossigeno cambia nell'anzidetto modo secondo la pressione, fa mestieri ammettere che questa facoltà è dovuta ad una chimica attrazione, in virtù della quale si opera nel sangue una chimica combinazione. I risultamenti delle esperienze di REGNAULT e REISET, in cui si fecero respirare alcuni animali in un'aria molto carica di ossigeno, ed altresì il fatto che la respirazione sugli alti-piani, come quelli abitati dell'America centrale, si effettua nel modo stesso come sul lido del mare, ci forniscono la pruova che il sangue assorbe una quantità di ossigeno costante e fino a un certo grado indipendente dalla pressione esterna. La città di Puno, nelle vicinanze del lago Piticaco, che si trova elevata 12000 piedi sopra il livello del mare, conta 15000 abitanti; la città di Potosì, nella Bolivia, situata ad una altezza di 12600 piedi ne conta 30000. Ora in queste regioni, gli uomini, per ogni inspirazione, non introducono nel polmone che un poco più dei due terzi della quantità assoluta di ossigeno che v'introducono gli abitanti sulle rive del mare; e da ciò s'inferisce che se la quantità del gas ossigeno che viene assorbito lo fosse nella stessa proporzione, un simile divario eserciterebbe sulle funzioni vitali una influenza positiva, che non sarebbe al certo rimasta inosservata.

Se inoltre la quantità di ossigeno che il sangue può ricevere in generale dipende veramente, sotto certi rapporti, dalla quantità di acido carbonico che si elimina, è chiaro che l'aumento della proporzione di ossigeno nell'aria non dovrà esercitare influenza sul processo della respirazione. Ed è appunto questo importante fatto che i signori Regnault e Reiset hanno perfettamente stabilito coi loro mirabili esperimenti. Essi osservarono come gli animali che respirano per lungo tempo (22 in 24 ore) in un'aria contenente due a tre volte più di ossigeno dell'aria atmosferica non provano alcun incomodo, e che i prodotti della loro respirazione, nelle proporzioni e nelle quantità, erano gli stessi come se gli animali avessero respirato nell'aria normale. Questi risultamenti uniti a quelli ottenuti da Magnus dimostrano che il polmone non è la vera sede della formazione dell'acido carbonico, ovvero che esso non è una sorgente di calore a guisa di un focolare, ma che nel sangue arterioso una corrente di ossigeno circola per il corpo, la quale attraversandone i più piccoli vasi determina la formazione dei prodotti dell'ossidazione o della combustione, e fra questi quella dell'acido carbonico, unito ad uno svolgimento di calore. I rapporti di dipendenza che esistono fra la quantità di ossigeno che viene assorbito e la formazione dell'acido carbonico che viene eliminato, sembrano pure indicare che i due gas nel sangue si servono degli stessi veicoli, e che questi sono i globetti del sangue; i quali nel polmone ricevono dall'aria l'ossigeno, e nella circolazione del sangue l'acido carbonico che vi si è formato. Consegue da ciò naturalmente che i globetti stessi non possono ricevere più di ossigeno che non hanno sviluppato di acido carbonico, e questo perchè l'uno del gas prende il posto dell'altro, come altresì perchè i due gas non si possono in un medesimo tempo trovare nello stesso luogo, e si scacciano a vicenda l'un l'altro.

Facilmente si comprenderà ancora come la presenza dell'acido carbonico nell'aria sia il principale impedimento alla eliminazione dell'acido carbonico dal sangue, e per conseguenza anche dell'assorbimento dell'ossigeno da parte di questo liquido. Quando la proporzione dell'acido carbonico cresce nell'aria, l'assorbimento dell'ossigeno ne rimane pregiudicato, comechè la proporzione dell'ossigeno vi rimanesse inalterata: questo effetto nocivo dell'acido carbonico non si potrebbe neutralizzare se non da un corrispondente aumento di ossigeno. Or questo aumento di ossigeno non ha luogo giammai nelle circostanze ordinarie; pure

Regnault e Reiset hanno osservato che parecchi animali potettero respirare in un'aria che conteneva 1 e mezzo a 2 volte altrettanto di ossigeno che l'aria atmosferica, e 17 a 23 per 100 di acido carbonico, senza che perciò si fosse osservato alcun effetto nocivo dopo 22 a 26 ore. Una proporzione così forte di acido carbonico nell'aria comune produce assolutamente la morte.

È cosa nota che l'uomo e gli animali muoiono rapidamente respirando il gas acido carbonico puro, mentre conservano la vita per un tempo proporzionatamente più lungo nel gas nitrogeno e nel gas idrogeno; e ciò si spiega appunto dal perchè in un'atmosfera di acido carbonico il sangue non emette più acido carbonico, ma al contrario se ne satura maggiormente e così la piccola quantità di ossigeno contenuta nel sangue venoso ne viene eliminata e le funzioni vitali del sangue si trovano per ogni modo impedite o sospese del tutto.

La condizione più favorevole per una rapida e perfetta formazione del sangue arterioso e per una maggiore eliminazione di acido carbonico è dunque, dopo ciò che si è detto, determinata da un rapido rinnovamento dell'aria nelle cellule aeree del polmone.

Quando l'aria inspirata possiede la stessa composizione come l'aria espirata, lo scopo a cui la respirazione deve soddisfare non è più raggiunto. L'aria espirata è un'aria di già consumata che non può più una seconda volta servire nel polmone alle stesse funzioni; il sangue venoso non si converte più in sangue arterioso, e, non altrimente come se la bocca ed il naso fossero stati chiusi, si sentono in breve tempo molestie nella respirazione e l'asfissia.

La morte è dovuta in questo caso a due cause; alla mancanza di ossigeno nell'aria da inspirarsi, e alla presenza del gas acido carbonico che impedisce la ulteriore fissazione dell'ossigeno. In uno degli esperimenti di Regnault e Reiset, un cane di tre anni cadde nell'agonia in un'aria di cui la quantità di ossigeno che vi si conteneva si era ridotta al 4 e 1/2 per 100; essendovi la proporzione dell'acido carbonico cresciuta al 9 e 3/4 per 100; ma restituito all'aria libera il cane subito si rimise e dopo una mezz'ora tornò vivace come prima. In questi esperimenti la massima parte dell'acido carbonico esalato era assorbita da un ranno di potassa che unitamente all'animale si era introdotto nello spazio destinato alla respirazione.

Se per ogni minuto primo si contano, nello stato di riposo, 15 respirazioni, e per ogni singola espirazione 1/2 litro di aria

(= 32 pollici cubi di Assia = 31 pollici cubi inglesi), ed ammettendo che l'aria espirata contenesse di acido carbonico il 5 e di ossigeno il 15 per 100, si troverà che in 24 ore un uomo produce 540 litri di acido carbonico (= 34 piedi cubi e 1/2 di Assia = a piedi cubi inglesi 18 e 3/4), e consuma 10800 litri di aria (= 691 piedi cubi) (1).

In uno spazio chiuso che abbia 8 piedi di altezza sopra 9 di lunghezza e 8 di larghezza, un uomo non potrebbe respirare senza difficoltà per intere 24 ore; dopo di questo tempo l'aria in quello spazio acquisterebbe la composizione dell'aria espirata, onde un soggiorno prolungato davvantaggio in quest'aria cagionerebbe uno stato di malattia e finalmente la morte. Lavoisier e Sequin trovarono che la quantità di acido carbonico dell'aria espirata e dipoi inspirata di bel nuovo si può aumentare fino al 10 per 100; ma pervenuto che si è a questo punto, che è il massimo, essa non crescerà più comunque la respirazione vi continuasse; la qual cosa per altro avviene soltanto per poco tempo. Siffatta quantità di acido carbonico si può riguardare come il limite al di là del quale la vita dell'uomo si trova in pericolo.

Non sono rari i casi di tal fatta in cui la morte è l'effetto del processo della respirazione di molti uomini in uno spazio insufficiente a contenere l'aria necessaria. Uno dei casi più recenti e spaventevoli ebbe luogo, pochi anni sono vicino alle coste d'Inghilterra, a bordo di una nave carica di emigranti, i quali durante una tempesta si trovarono chiusi nella cala; in meno di 6 ore più di 60 persone perdettero miseramente la vita.

Quando molte persone si ritrovano a respirare in uno spazio in cui l'aria non si rinnova se non imperfettamente, per mezzo delle fessure casuali delle porte e delle finestre, la fiamma allungata e triste delle candele indica allora chiaramente l'alterazione che l'aria ha sofferto nelle sue proprietà.

La sola idea che si respiri un'aria che si era trovata nel polmone di un'altra persona, anche sana, produce un mal essere. Certo è che un contenuto dell'1 per 100 di acido carbonico nell'aria basta per cagionare una indisposizione sensibilissima; e da

(1) Le sopra riferite quantità, siccome sono ricavate dalle esperienze fatte, si possono considerare come il minimo dell'acido carbonico prodotto. A 18 inspirazioni, il consumo dell'ossigeno è di già maggiore di un quinto.

ciò si spiega facilmente la benefica influenza che una ventilazione adequata di tutti gli spazi in cui soggiornano degli uomini esercita sulla salute dei medesimi.

In uno spazio di tal fatta si dovrebbero introdurre per ogni persona adulta almeno 6 metri cubi di aria pura (= 384 piedi cubi di Assia = 216 p. c. ingl.) in ogni ora; nella regola se ne conta una metà di più. Nell'arla della Camera dei Deputati in Parigi, la quale ne contiene 5000 metri cubi, **Leblanc** trovò che essendo 600 il numero delle persone presenti e la ventilazione di 11000 metri cubi per ogni ora, 400 parti dell'aria affluente contenevano ancora in peso 1 parte di acido carbonico; questa quantità supera sempre di 2 volte e mezza quella contenuta nell'aria atmosferica.

Con vantaggio si potrebbe supplire per qualche tempo alla difettosa ventilazione delle navi, a quella di molte sale degil ammalati e dei dormitorî, facendo uso dell'idrato di calce. L'effetto di questo idrato poggia sul suo gran potere assorbente per il gas acido carbonico; in uno spazio che ne contenesse, questo gas vien prontamente sottratto dall'idrato di calce disteso in sottili strati sopra delle assicelle. Un piede cubo Assiano d'idrato di calce (pesante allo stato umido 18 a 20 libbre = Rot. 8,85 a 9,60 in cui sono contenuti 60 per 100 di calce) assorbe, per tramutarsi in carbonato di calce, più di 11000 litri di gas acido carbonico (= 70 pied. cub. di Assia = 38,8 pied. cub. ingl.). Per neutralizzare l'effetto pernicioso dell'acido carbonico, fin dal principio della sua formazione, in un piccolo spazio chiuso, basterebbero dunque poche libbre d'idrato di calce, e permetterebbero all'uomo di vivervi un tempo tre o quattro volte maggiore. Se un simile spazio non è chiuso ermeticamente, il luogo dell'acido carbonico assorbito sarebbe immedlatamente occupato da un volume uguale di aria fresca che penetrerebbe dal di fuori.

Il solo inconveniente che porta seco l'uso dell'idrato di calce si è che, a misura che l'acido carbonico viene assorbito, combinandosi con la calce, l'acqua dell'idrato diviene libera e si evaporizza in parte, in modo che ben tosto si respira in un'atmosfera saturata di vapori acquosi. Le persone che abitano case edificate di recente conoscono assai bene la molestia cagionata da evaporazioni di tal fatta; le camere sono talmente cariche di umido nei primi mesi, sopra tutto nell'inverno, che vi si vedono goccioline di acqua depositarsi sulle finestre e sulle pareti fredde. Questo

fenomeno si osserva nelle case esposte per anni interi all' azione disseccante dell' aria, e soltanto quando cominciano ad essere abitate: non è dovuto però ad una umidità bagnante nelle mura ma all' idrato di calce del cemento, il quale idrato sebbene disseccato pure contiene tuttavia in combinazione chimica 24 per 100 di acqua, che esso non cede allo stato di umidità bagnante fuorchè quando alla sua calce viene ad unirsi una quantità sufficiente di acido carbonico con cui si combina chimicamente; il che si verifica appuntino nelle case abitate.

La durata della vita, la conservazione della salute e quella della temperatura del corpo umano, sono in un intimo rapporto col processo della respirazione, la di cui giusta possibilità di effettuarsi è subordinata alla composizione costante dell' aria atmosferica. Quando siffatta composizione per qualsiasi causa varia in modo passaggiero o in modo durevole, la influenza di un tale cambiamento si manifesta in un disturbo passaggiero o durevole di tutte le funzioni vitali.

Il soggiornare ne' luoghi bassi, in cui l'aria stagna, nei luoghi umidi dove la mercè dei processi della putrefazione si formano sorgenti di acido carbonico, o in un' aria satura di umidità ad un' alta temperatura, ecco le cause prossime di molte malattie, come da gran tempo è già risaputo dai medici. Nei dormitori in cui si trovano delle piante che durante la notte assorbono l' ossigeno ed esalano l'acido carbonico; negli spazi chiusi ove si effettuano processi di combustione, ove p. e. bruciano molti lumi (1) l' aria atmosferica riceve le proprietà e la composizione dell' aria esalata nella respirazione ed in questo stato essa arreca dei danni positivi al suo processo.

Abbiamo di sopra già notato che il volume di gas acido carbonico espirato nel processo della respirazione non è uguale a quello dell' ossigeno che vien ricevuto dal sangue, ma è minore. Ora, bruciando del carbonio in un dato volume di gas ossigeno, e tramutandosi questo in acido carbonico, il volume del gas non cambia sensibilmente; il gas acido carbonico prodotto occupa lo stesso volume del gas ossigeno. E però se l'ossigeno ricevuto dal sangue non fosse impiegato nell' organismo che per formare del-

(1) Un piede cubico di gas ricavato dal carbon fossile si combina, bruciando, con 2 a 2 e 1/2 piedi cubi di gas ossigeno e produce 1 à 2 piedi cubi di gas acido carbonico.

l'acido carbonico, se ne dovrebbe ottenere necessariamente nella espirazione un volume di acido carbonico eguale al volume dell'ossigeno consumato; ma ciò non si verifica, poichè la quantità di ossigeno che in forma di acido carbonico viene espirata, come testè accennammo, è minore della quantità di ossigeno inspirata. La proporzione tra l'ossigeno contenuto nell'acido carbonico espirato e la quantità intera dell'ossigeno ricevuto è molto variabile e dipende, fino ad un certo grado, dalla natura degli alimenti. Per effetto di una nutrizione vegetale la quantità di ossigeno che esce tramutato in acido carbonico è molto più grande di quella che si emette dopo di essersi alimentato con sostanze animali. Negli erbivori siffatta quantità ascende a 8/10 sino a 9/10 e ne' carnivori a 3/4 della quantità intera di ossigeno inspirato. Questa proporzione è uguale negli animali affamati, tanto erbivori che carnivori, ed è quella stessa che vale per gli animali nutriti di carne; pruova evidente che nello stato di fame l'ossigeno ricevuto dal sangue si combina nel corpo di essi colle medesime sostanze delle quali si compone, che, cioè, il processo della respirazione è mantenuto a spese degli elementi del loro corpo.

Non è difficile spiegare che cosa si sia fatto dei 10 fino a 25 per 100 di ossigeno che in apparenza spariscono nel processo della respirazione, qualora si riflette che il corpo degli animali, oltre il carbonio e l'idrogeno, non contiene che una piccolissima quantità di solfo come sostanze combustibili, vale a dire di elementi atti a potersi combinare coll'ossigeno; nè vi ha dubbio quindi che la maggior parte di questo ossigeno serve a formare acqua. Lo sparire dell'adipe, così ricco d'idrogeno, negl'individui che soffrono la fame, e lo sparire dell'alcool delle bevande spiritose intromesse nello stomaco, ci forniscono le pruove più evidenti di cosiffatta formazione dell'acqua. E così si spiega in modo soddisfacente perchè le marmotte durante il loro sonno invernale crescono di peso in virtù del processo della respirazione; però in questo stato l'animale non intromette acqua perchè non beve, che anzi ne emette di tempo in tempo nelle urine; e però dopo questa emissione, come s'intende di per sè, soffre esso una diminuzione di peso, proporzionata alla quantità di ossigeno assorbito e convertito in acido carbonico ed in acqua.

Si conosce esattamente la quantità di calorico che si sviluppa nella trasformazione dell'ossigeno in acido carbonico o in acqua. Se una lampada a spirito di vino, della quale il peso è conosciuto,

si mette accesa sotto un recipiente di latta ripieno di acqua, e si spegne la fiamma, soffiandovi sopra al momento che l'acqua comincia a bollire, si trova facilmente, pesando di nuovo la lampada, quanto di alcool si è bruciato per riscaldare l'acqua al suo punto di ebollizione. E così pure, conoscendo il peso dell'acqua adoperata, si può, con un calcolo semplicissimo, determinare quanti gradi di calore una parte in peso dello spirito di vino, un *loth* o un'oncia produce, combinandosi coll'ossigeno. Coll'aiuto di un apparecchio appositamente costruito e disposto in modo da potere raccogliere nell'acqua, senza dispersione, tutto il calore sviluppato per la combustione, si è trovato che un'oncia di spirito di vino puro può riscaldare 69 once di acqua dal suo punto di congelazione a quello di ebollizione. Ciascuna di queste 69 once di acqua ha dunque ricevuto 100 gradi di calore; e tutti insieme ne han ricevuto $69 \times 100 = 6900$ gradi. Il valore numerico 6900 esprime la quantità di calorico che si è ingenerato o è divenuto libero per effetto della combustione di 1 parte in peso dello spirito di vino, e ciò in gradi di calore che un conosciuto peso di acqua riceve.

Procedendo in modo simile si è determinato il calore di combustione del carbonio, dell'idrogeno, dei carbon fossili, delle legna e della torba, ec. Il calore di combustione dei carbon fossili è 5625: con una libbra di carbon fossile si possono riscaldare 56 libbre e 1/4 di acqua (= rot. 31,56) dal suo punto di congelazione sino a quello di ebollizione, o libbre 562 1/2 (= rot. 315,65) per 10 gradi, o libbre 5625 (= rot. 3156,5) di acqua per 1 grado. L'unità di calore, come si vede, non è un grado termometrico ordinario, ma essa è la quantità di calorico che una parte di acqua, in peso eguale ad una parte in peso della materia bruciata, riceve per innalzare la sua temperatura di un grado del termometro centigrado.

Il calore di combustione del carbonio puro è maggiore di quello del carbon fossile. Secondo Andrews essa aumenta a 7881 unità calorifiche, quella dell'idrogeno è 33808. Per la combustione dell'idrogeno si forma acqua; per la combustione del carbonio si forma acido carbonico, or siccome l'acqua contiene di ossigeno 8 volte il peso del suo idrogeno, e siccome l'acido carbonico contiene di ossigeno 2 volte e 2/3 il suo peso di carbonio, se ne inferisce che a ciascun peso di ossigeno che passa allo stato di acido carbonico corrispondono 2950 unità calorifiche, e, per ciascun peso

d'idrogeno che passa allo stato di acqua, 4226 delle dette unità.

Conoscendo dunque la quantità di ossigeno consumata da un animale in 24 ore, e la quantità dell'acido carbonico che si è prodotto e quella dell'acqua che si è formata (operando sulla quantità di ossigeno sparito), è cosa facile di calcolare tutta la quantità di calore che un animale sviluppa in virtù del processo della sua respirazione. Così pure s'intende facilmente come, facendo respirare un animale in un apparecchio convenevole circondato di acqua fredda, si può con facilità in questo caso, per l'aumento della temperatura dell'acqua, determinare il numero dei gradi termometrici di calore che l'animale cede all'ambiente in un dato intervallo di tempo. Per la via anzidetta si è acquistata la certezza che il numero dei gradi termometrici corrispondenti alla quantità del calore prodotto nel corpo di un animale, per effetto della respirazione, corrisponde molto approssimativamente alla temperatura che il detto apparecchio avrebbe acquistata abbruciando in esso del carbonio e dell'idrogeno in proporzioni tali che l'ossigeno contenuto nell'acido carbonico e nell'acqua, che in siffatta combustione si formano, corrispondesse alla quantità di ossigeno che nella respirazione dell'animale sparisce, più a quello che si è trovato essere contenuta nell'acido carbonico.

La questione relativa all'origine del calore animale si trova in questo modo risoluta in una maniera soddisfacente.

LETTERA XXIX.

Nella mia ultima lettera mi son provato a darvi contezza e qualche spiegazione delle funzioni così semplici e tuttavia così mirabili che l'ossigeno dell'atmosfera compie nell'organismo. Concedetemi ora di aggiungervi ancora qualche osservazione sugli alimenti, sulle materie cioè che sono destinate a mantenere il meccanismo animale in movimento.

Se l'incremento della massa del corpo animale, lo sviluppo dei suoi organi e la loro riproduzione sono operati e soste-

nuti dal sangue o meglio dalle parti che lo costituiscono, egli è chiaro che come alimenti possono servire solamente quelle materie che contengono gli elementi del sangue sotto una forma e con le proprietà che li rendono atti a diventare sangue.

Il sangue contiene da 79 ad 80 per 100 di acqua, e da 20 a 21 per 100 di parti solide di cui 1 1/4 a 1 1/2 per 100 sono incombustibili e restano, dopo che sono state incenerite, come ceneri proprie del sangue. Il grumo contiene i globetti del sangue involuti nella fibrina, la quale non esiste in proporzione maggiore di 3/10 per 100 nella quantità intera del sangue. I globetti contengono la sostanza colorante del sangue, la quale si distingue per il suo contenuto di ferro che non vi manca mai; essi contengono inoltre la parte essenziale del siero del sangue, l'albumina, alla quale il sangue fluido deve tutte le proprietà del bianco d'uovo. Il sangue si coagula per effetto del calore come il bianco d'uovo; e la parte coagulante di esso si chiama *albumina del sangue*.

La metà dei principî non combustibili del sangue si compone di sal marino, ed in oltre vi si trovano, sia disciolti nel siero, sia chimicamente combinati con i principî combustibili del sangue, la calce, la magnesia, la potassa, la soda, l'acido fosforico e l'acido carbonico. Dedottone il sal marino, l'ossido di ferro ascende al 17 e talvolta sino al 20 per 100 nelle ceneri tutte del sangue. Quest' ultimo contiene oltre ai corpi sopraddetti anche talune sostanze grasse, molte delle quali si distinguono per varie loro proprietà dai grassi ordinarî.

L'alta importanza dell'albumina circa il processo della vita animale si presenta da sè, qualora si ponga mente allo sviluppo del pulcino nell'uovo. L'albumina del bianco e del giallo dell'uovo di pollo contiene solfo ed azoto come l'albumina del sangue, e così l'una come l'altra contengono 8 equivalenti di carbonio per 1 equivalente di azoto, più gli elementi dell'acqua nelle medesime proporzioni; ed eccetto una piccola quantità di solfo che l'albumina dell'uovo contiene di più, queste due albumine sono identiche non solo per le loro proprietà ma anche per la loro composizione.

Or noi osserviamo come sotto la influenza del calore e per la cooperazione dell'ossigeno atmosferico, che vi accede per entro i pori del guscio, sotto la influenza cioè delle stesse condizioni che accompagnano il processo della respirazione, nascono dall'albumina dell'uovo fecondato tutte le parti del corpo animale, le piume, le unghie, le fibre, le membrane, le cellule, la sostanza del

globetti del sangue, quella dei vasi linfatici e sanguigni, come altresì quella delle ossa. L'albumina è dunque il fondamento, ovvero il punto di partenza di tutta questa serie di formazioni particolari che sono i sostegni delle attività vitali. Gli elementi degli organi dotati di forma e di vita erano primitivamente gli elementi dell'albumina; essi sono i prodotti di certe trasformazioni che l'albumina, sotto la influenza del calore e dell'ossigeno, subisce negli organismi viventi.

In un modo affatto simile a quello che si verifica nell'uovo, l'albumina del sangue ha la parte principale nella progressiva formazione del feto, a cui vien somministrata dal di fuori. La mercè dei suoi elementi essa prende parte a tutt'i processi che hanno luogo nel corpo animale; essa ne determina l'aumento di massa, e la produzione e riproduzione di tutti gli organi, tanto nello stato della vita giovanile, quanto nello stato in cui si trova dopo di aver compiuto il suo ultimo grado di accrescimento. L'albumina è una delle parti costituenti del cervello, dei nervi, del fegato, dei reni, della milza e di tutte le glandole.

In tutto il mondo organico, dovunque si sviluppa la vita animale, noi vediamo le funzioni vitali subordinate alla presenza dell'albumina del sangue. La conservazione della vita è intimamente collegata all'esistenza di questo principio nel sangue che è il liquido nutritivo.

In quanto la idea di formazione, di nutrizione o di capacità nutritiva è inseparabile da una sostanza di cui le proprietà e la composizione sono comprese nella parola albumina, non si potrà rigorosamente parlando dare il nome di *alimento*, se non a delle materie che contengono dell'albumina o una sostanza atta a potervisi convertire.

Esaminati sotto questo punto di vista, gli alimenti ci conducono alla conoscenza di una legge della natura di una mirabile semplicità.

Le più comuni esperienze fanno conoscere che, tra tutte le sostanze alimentari, la carne è quella che possiede il maggior potere nutritivo. La parte essenziale della carne è la fibra muscolare o la *fibrina*, la quale è contenuta nella carne secca e priva di grasso alla ragione del 70 per 100 del suo peso. La sostanza muscolare si trova nella carne ricoperta di membrane sottili; moltissimi nervi vi si ramificano, come pure una infinità di vasellini pieni di liquidi colorati o senza colore.

L'analisi chimica ci spiega perfettamente la ragione delle proprietà nutritive della carne, dimostrando come la fibrina della carne e l'albumina del sangue contengono e l'una e l'altra gli stessi elementi e nelle stesse proporzioni; e come questi due principî mantengono fra loro gli stessi rapporti che l'albumina fresca dell'uovo o del sangue coll'albumina coagulata dal calore, così la fibrina del sangue nella sua composizione altro non è che l'albumina del sangue in forma solida. La differenza, se pure ve ne ha, è così insensibile, che due analisi fatte, l'una dell'albumina del sangue e l'altra della fibrina della carne non offrono tra loro una differenza maggiore di quella che si potrebbe vedere tra due analisi della sola albumina del sangue (1). Il sangue, considerato come un tutto, offre una composizione uguale a quella della carne.

Nella carne dunque, la mercè della sua fibrina, esiste una delle condizioni essenziali alla sanguificazione; simile al bianco d'uovo cotto, questa fibrina si discioglie per effetto della digestione, diventa liquida e perciò atta a potersi convertire in sangue. Sarebbe una meschinità da pedante, nello stato attuale delle nostre cognizioni sul processo nutritivo dei carnivori, il chiedere delle pruove come la fibra muscolare digerita possa in realtà riacquistare nel corpo vivente tutte le qualità dell'albumina del sangue. Facil cosa sarebbe per altro il fornire questa pruova, imperocchè la fibrina della carne può anche fuori dell'organismo essere convertita in albumina in virtù di un processo, di cui l'ultima causa è per noi identica a quella che nello stomaco rende fluidi gli alimenti. Difatti, se ricoperta di acqua, si abbandona all'influenza dell'aria la fibra muscolare, se ne decompone una piccola quantità, e per effetto di siffatta decomposizione tutta la parte che rimane della fibrina diventa liquida e solubile nell'acqua. Questa soluzione si comporta perfettamente come il siero del sangue, e mercè il calore essa si coagula in una massa bianca e solida, la quale ha tutte le proprietà dell'albumina del sangue.

Esaminando il latte, questo importante alimento che la natura prepara nel seno della madre ed offre al piccolo animale affinchè il suo corpo si possa sviluppare, vi ritroveremo una sostanza, la *caseina*, la quale, come l'albumina, contiene solfo ed azoto. Or non essendovi altra materia azotata nel latte, egli è certo che solo dalla caseina si formano le parti essenziali del san-

(1) *Annalen der Chemie und Physik.* Tom. LXXIII, p. 126.

gue, la fibra muscolare, le membrane, e le cellule, durante tutto quel primo periodo della vita, in cui l'animale si nutrisce di latte esclusivamente.

Per le sue proprietà, la caseina si distingue dall'albumina e dalla fibrina della carne; essa è mantenuta da un alcali in dissoluzione nel latte, e vi si può riscaldare fino al punto di ebollizione senza che come l'albumina si coaguli. Ma al contrario, poi, gli acidi allungati, che sono insufficienti a far precipitare l'albumina, separano facilmente la caseina dal latte. Epperò questo anche al freddo per mezzo dell'acido acetico allungato si coagula, precipitando la caseina sotto forma di gelatina densa o di fiocchi densi, i quali si disciolgono di bel nuovo nei liquidi leggermente alcalini, e ciò non meno facilmente anche quando fossero stati prima bolliti nell'acqua. Per questa proprietà la caseina si distingue dall'albumina cotta e dalla fibrina muscolare.

L'analisi chimica della caseina dimostra, che anche questa sostanza, tranne una piccola quantità di solfo di meno, contiene molto approssimativamente gli stessi elementi e nelle stesse proporzioni che l'albumina e la fibrina della carne; l'animale ancor piccino trova quindi nella caseina del latte le parti fondamentali del suo sangue, sotto altra forma è vero, ma indubitatamente sotto quella che più è convenevole allo sviluppo dei suoi organi.

I fatti esposti finora ci fanno ben comprendere la nutrizione dei carnivori e dei bambini poppanti. I carnivori vivono del sangue e della carne degli erbivori e dei granivori, e questo sangue e questa carne sono identici in tutte le loro proprietà col sangue e la carne dei carnivori stessi; il bambino lattante riceve il suo sangue da quello di sua madre; e chimicamente parlando si potrebbe dunque benissimo dire che l'animale carnivoro consuma sè stesso per mantenere la sua vita, e che il bambino poppante consuma sua madre per isvilupparsi; perchè ciò che serve ad essi di nutrizione, in quanto alle parti essenziali, è perfettamente identico con le parti essenziali del loro sangue dal quale si sviluppano i loro organi.

Tutt'altro sembra in apparenza il processo nutritivo degli erbivori. I loro organi digestivi sono meno semplici ed il loro alimento consiste di vegetali di cui nè la forma nè gli altri caratteri fisici offrono la minima rassomiglianza con quelli del latte o della carne. Così, pochi decenni or sono, la qualità nutritiva delle piante sembrava ancora un problema insolubile, e noi comprendiamo

adesso come i medici più arguti e distinti abbian potuto considerare lo stomaco come la residenza di una specie di mago, il quale, essendo ben trattato e di buon umore, sa convertire in sangue ed in carne i cardoni, il fieno, le radici, le frutta ed i semi; mentre al contrario, quando è in collera, disdegna e guasta le migliori vivande.

Tutti questi enigmi sono stati schiariti dalla chimica nel modo più sicuro e più evidente. Essa ha scoverto in tutte le parti delle piante, che servono di alimento agli animali, certi principî che facilmente si distinguono da tutti gli altri, e si riconoscono, per la proprietà che hanno di emanare, quando vengono riscaldati, un odore simile a quello della lana che brucia. Si è riconosciuto inoltre che gli animali han bisogno, per la loro conservazione e nutrizione, di tanta minor quantità di alimenti vegetali per quanto questi sono più ricchi di cosiffatti principî particolari; e che non si possono nutrire di sostanze che ne sono sprovvedute.

In singolare abbondanza rinvengonsi questi prodotti vegetabili nei semi delle varie specie di frumento, in quelli dei piselli, delle lenticchie, delle fave, e nelle radici e nei succhi delle così dette leguminose, e del resto non vi ha pianta veruna o parte di essa che ne sia affatto priva.

Tutte queste sostanze alimentari si possono ridurre a tre materie che non si somigliano gran fatto in quanto alle loro fattezze esterne.

Abbandonando a sè stesso un succo vegetale di fresco spremuto, vedesi dopo pochi minuti aver luogo in esso una separazione; vi si depone un precipitato gelatinoso, ordinariamente di color verde, che, trattato con liquidi i quali disciolgono la materia colorante, lascia un avanzo di materia bianca che dà al biglo. Questa sostanza è ben nota ai farmacisti sotto il nome di *sedimento verde dei succhi vegetali*. Il succo delle graminacee è più di ogni altro ricco di questa parte costituente; essa si trova in grande abbondanza nei semi di frumento e in generale in tutt'i semi delle piante granifere; e la mercè di una operazione meccanica si può ottenerla bastantemente pura dalla farina del frumento. Così ottenuta, essa porta il nome di *glutine*, a causa delle sue proprietà vischiose che deve in parte ad un corpo grasso il quale in piccola quantità vi si trova mescolato. Questo glutine è contenuto anche nei semi delle altre specie di cereali, e di per sè non è solubile nell'acqua.

L'altra sostanza alla quale le piante debbono le loro proprietà nutritive, si trova egualmente disciolta nel succo di esse, da cui non si separa alla temperatura ordinaria, ma bensì quando il succo vien riscaldato fino a che bolle. Nel succo spremuto e dipoi chiarificato, delle patate, del cavolfiore, degli asparagi, dei navoni, ec. allorchè si riscalda insino all'ebollizione, si forma un coagulo, il quale pei suoi caratteri esterni e per le sue proprietà non si fa mica distinguere dal corpo coagulato che si ottiene bollendo, allungato nell'acqua, il siero del sangue o l'albume dell'uovo.

La terza di queste sostanze importanti prodotte dalle piante si trova nei lobi seminali delle leguminose, specialmente in quelli dei piselli, delle lenticchie e delle fave, e si può estrarla dalla farina dei medesimi con l'acqua fredda, ed ottenerla disciolta in questa. Così disciolta questa terza sostanza rassomiglia alla precedente, ma si distingue da essa in ciò che la sua soluzione non si coagula mercè il calore; svaporandola si copre alla superficie di una pellicola, e trattata con acidi deboli si coagula come il latte animale.

Le analisi chimiche delle tre menzionate sostanze han condotto all'importante risultamento che esse contengono solfo ed azoto e gli altri elementi quasi nelle stesse proporzioni, e, ciò che è ancora più mirabile, si è trovato che la loro composizione è identica con quella dell'albumina del sangue, come pure che esse contengono gli stessi elementi e nelle stesse proporzioni di questo principio essenziale di esso.

In quale ammirabile semplicità non si presenta dietro queste scoperte l'atto dello sviluppo dell'organismo animale, la formazione del suo sangue e quella degli organi! Le sostanze vegetabili, che servono alla produzione del sangue nell'animale, contengono belli e formati gli elementi dei principi essenziali di questo liquido. Il potere nutritivo degli alimenti vegetabili sta in rapporto diretto al contenuto di queste tre sostanze in essi; mangiandole, l'erbivoro riceve in sè le stesse materie che si trovano essere assegnate al carnivoro perchè vi ritrovasse il mantenimento della sua vita.

Coll'acido carbonico e l'ammoniaca, cogli elementi dell'atmosfera, col solfo e con certe parti dell'involucro esteriore del globo, le piante producono dunque nel loro proprio organismo il sangue degli animali; poichè, giustamente parlando, i carnivori non altro consumano nel sangue e nella carne degli erbivori che

le sostanze vegetabili di cui questi si erano pasciuti; questi elementi azotati e solforati delle piante, la fibrina e l'albumina, assumono nello stomaco dell'animale erbivoro esattamente la stessa forma che ricevono la fibrina e l'albumina animale nello stomaco dei carnivori. La carne come alimento contiene ammassate e concentrate le parti nutritive che si ritrovano nelle piante.

Una legge molto generale della natura rannoda lo sviluppo degli organi dell'animale, l'accrescimento del volume e della massa del suo corpo al ricevimento di certe sostanze, le quali sono identiche col principio essenziale del suo sangue. L'organismo animale non crea il sangue che rispetto alla forma, giacchè la natura gli ha negato il potere di riceverlo e produrlo da sostanze che non sono identiche col principio essenziale dello stesso suo sangue.

Il corpo degli animali rappresenta un organismo di un ordine superiore, di cui lo sviluppo comincia con quelle materie, con la produzione delle quali appunto cessa la vita nelle piante che d'ordinario servono ad esso di nutrimento, giacchè i cereali e le erbe di foraggio muoiono non appena hanno portato i loro semi.

Nelle piante perenni con la produzione del frutto termina un periodo della loro vita. Noi non troviamo laguna o interruzione alcuna in questa serie infinita di composti organici, che comincia dalle sostanze minerali che servono di alimenti alle piante, e procede innanzi sino alle parti più composte che nel corpo animale costituiscono il cervello. La sostanza alimentare, di cui si compone la parte essenziale del sangue degli animali altro non è se non il prodotto dell'attività creatrice delle piante.

Quando, rispetto alle proprietà fisiche, si comparano i tre principî, vegetali, azotati e solforati, colla fibrina della carne, coll'albumina del sangue e colla caseina del latte, si trova, che il glutine della farina del frumento possiede la più grande rassomiglianza con la fibrina della carne; che la parte coagulabile dal calore, contenuta nei succhi vegetali, non si può distinguere affatto dall'albumina del sangue, e che finalmente il principio essenziale dei semi delle leguminose si accorda, in tutte le sue proprietà e nel suo comportamento, col caseo del latte animale. E però questa identità di caratteri valse giustamente ai tre principî delle piante perchè loro si dessero i nomi di *fibrina animale*, di *albumina vegetale* e di *caseina vegetale* (1); poichè nelle proprietà non

(1) Itier racconta che i Chinesi sanno preparare, coi piselli, un for-

differiscono affatto dalle sostanze animali che ad essi corrispondono.

Di questi tre principî azotati e solforati non si trova mai, o rarissimamente, contenuto un solo nei semi e nei succhi delle piante. Così nel succo delle patate si rinviene la caseina vegetale che se ne separa la mercè degli acidi; ed i semi delle leguminose e quelli dei cereali contengono sempre una certa quantità di albumina e di caseina vegetale. Nella farina del frumento i tre corpi si trovano insieme.

Importa pure di far notare partitamente che la fibrina, l'albumina e la caseina, tanto animali che vegetali, contengono non solo gli stessi elementi combinati nelle medesime proporzioni, ma che questi corpi posseggono le stesse proprietà. Il glutine del frumento si discioglie quasi intieramente nell'acqua in cui per ogni oncia di glutine si sia aggiunta una goccia di acido muriatico, producendo così un liquido torbido, nel quale una soluzione di sal marino induce un coagulamento come in una soluzione preparata allo stesso modo con la carne muscolare. Versando dell'acqua pura sul glutine in parola ed abbandonato solo alla putrefazione, esso si discioglie in gran parte, come la fibra muscolare, nelle medesime circostanze, dando un liquido limpido, che si trova così di contenere una gran quantità di albumina coagulabile dal calore.

Finalmente, queste diverse sostanze, ossidandosi, danno gli stessi prodotti, ciò che la chimica ritiene come pruova che i loro elementi sieno anche aggruppati nella stessa maniera. Questi prodotti sono abbastanza mirabili perchè meritino la nostra attenzione. Quando si trattano queste sostanze con qualche alcali concentrato, una parte del loro solfo si combina colla potassa; il ranno di potassa, pel contenuto del solfuro di piombo che vi si è formato, acquista, mercè l'aggiunzione di una goccia di una soluzione di acetato di piombo, la proprietà di formare un liquido nero co-

maggio vegetale, simile al formaggio animale. A tal fine essi bollono i piselli finchè si riducono in una specie di pappa che essi colano e di poi la fanno quagliare con dell'acqua di gesso; il rappreso vien trattato come il formaggio che mercè del presame si è precipitato dal latte. Si comprime la massa solida per separarne il liquido contenutovi, le si aggiunge il sale, e poi si mette nelle forme. Il formaggio così ottenuto acquista a poco a poco l'odore ed il sapore del formaggio preparato con latte; esso si vende nelle strade di Canton sotto il nome di *tao-foo*, e quando è fresco è molto ricercato dal popolo.

me l'inchiostro; questo colore è dovuto alla formazione del solfuro di piombo. Se la mercè degli alcali si continua a decomporre le dette sostanze, si ottengono da ciascuna di esse due corpi cristallizzabili, affini degli alcali organici, cioè la *tirosina* e la *leucina* (1), ed oltre a queste molti acidi volatili grassi, *l'acido butirrico* e *l'acido valerianico*. Quando quelle stesse tre sostanze si ossidano nei liquidi acidi, se ne ottiene un gran numero di prodotti notabilissimi, tra i quali vi sono l'acido prussico, l'olio di mandorle amare, i due acidi precedentemente nominati, l'acido formico, l'acido acetico e molti aldeidi. Nessun'altra sostanza organica ci offre proprietà tali da potersi paragonare a quelle delle sostanze vegetali ed animali di cui si è fatta parola.

Noi diamo il nome di *alimenti plastici*, all'albumina, alla fibrina ed alla caseina vegetale, come pure alla caseina ed alla fibrina animale, perchè queste sostanze, tra tutte quelle che son fornite dal regno vegeto-animale, sono le sole da cui nella nutrizione si possono fare le parti essenziali del sangue e, durante il processo vitale, tutte le parti del corpo animale che hanno una forma. Tra le anzidette cinque sostanze azotate e solforate si può pure annoverare, come alimento plastico, la stessa albumina del sangue, in quanto che essa come parte del corpo degli animali si cambia in alimento. In fatti, non esiste alcun organo i cui elementi non derivino dall'albumina del sangue; tutte le parti del corpo che hanno forme proprie contengono una certa quantità di azoto.

Molti caratteri fisici degli organi dipendono dalla presenza dei principî non azotati, come sono *l'acqua* e *l'adipe*: queste sostanze sono gli agenti intermediari della produzione dei tessuti organici. Il grasso, o adipe, partecipa alla formazione delle cellule; l'acqua rende liquido il sangue ed i succhi; ed è pure da una certa proporzione di acqua che derivano il colore bianco latteo delle cartilagini, la trasparenza della cornea dell'occhio, la mollezza, la flessibilità e la elasticità della fibra muscolare e dei tessuti, e per ultimo il lucido serico dei tendini e dei legamenti. Finalmente, il grasso non manca mai nella sostanza cerebrale e nervosa;

(1) La leucina fu dapprima trovata da Prout nel formaggio putrido; più tardi, Gualtiero Crum la rinvenne nel glutine putrefatto, e recentemente si è scoverta nello stesso organismo animale bella e fatta nei liquidi del fegato di vitello, ciò che dà alla formazione di questi due corpi un significato tutto particolare.

l'acqua ed il grasso sono sempre contenuti in certe proporzioni nei peli, nelle corna, nelle unghie, nei denti e nelle ossa. Ma in tutte queste parti l'acqua ed il grasso sono soltanto assorbiti meccanicamente, come in una spugna, o inviluppati sotto forma di goccioline come l'adipe nelle cellule, di maniera che da queste si possono estrarre meccanicamente per mezzo della pressione o chimicamente per mezzo di un dissolvente, senza che la struttura delle parti organizzate venisse per questo minimamente alterata. L'acqua ed il grasso non posseggono mai una propria forma, ma prendono sempre quella delle parti organizzate di cui riempiono i pori; essi non fanno parte nè degli elementi nè degli alimenti plastici dell'organismo.

LETTERA XXX.

Gli alimenti di tutti gli animali contengono sempre ed in qualsivoglia circostanza una certa quantità di materie prive di azoto e di solfo, oltre le altre parti plastiche da cui derivano il sangue e gli organi.

La carne di cui si cibano gli animali carnivori, contiene una qualche parte di grasso; il latte contiene del grasso (nel butirro), oltre ad una sostanza facilmente cristallizzabile, lo *zucchero di latte*, che si ottiene dal siero dolce per mezzo dell'evaporazione. Gli alimenti degli erbivori contengono sempre una sostanza analoga allo zucchero di latte, o che le somiglia nel suo chimico comportamento.

Le proprietà dello zucchero di latte come parte costituente del latte e come prodotto del processo vitale dell'animale hanno per noi un interesse particolare; finora questo zucchero non è stato rinvenuto altrove che nel latte; e dietro le ultime ricerche si è trovato anche nelle uova di gallina in cui è contenuto in piccolissima quantità.

Lo zucchero di latte si trova nel commercio, sotto la forma

di croste cristalline, spesso di un pollice di doppiezza, ordinariamente gialle o giallo-brunastre, di un aspetto sucido dovuto alla mancanza di cura e di nettezza nella sua preparazione. Trattato col carbone animale e cristallizzato nuovamente si ottiene di un colore bianco luccicante e sotto la forma di prismi trasparenti a quattro lati e terminati da apici a quattro faccette; in questo stato è duro al segno che scricchiola sotto i denti.

I cristalli di questo zucchero si disciolgono in 5 o 6 parti di acqua fredda, senza che perciò vengano a formare uno sciroppo; messi sulla lingua, hanno un leggiero sapore dolce che si rende alquanto più sensibile nella soluzione. È questo zucchero che comunica al latte la proprietà di fermentare qualora esso ad una leggiera temperatura si trovi abbandonato a se stesso. Il latte fermentato dà, la mercè della distillazione, una vera acquarzente che ha un odore molto sgradevole d'acido butirrico e di formaggio putrido; questa bevanda è generalmente in uso nei paesi dei Tartari, dei Chirghisi e dei Calmucchi, i quali la preparano col latte cavallino. La facilità con cui lo zucchero di latte si tramuta in acido lattico (vedi la 18ª lettera) è da tutti conosciuta per l'inacidirsi del latte.

Molto notevole è la proprietà che ha lo zucchero di latte di fissare l'ossigeno in presenza degli alcali. Quando si rende alcalina una soluzione di zucchero di latte, aggiungendovi ammoniaca, e dipoi vi si versi un sale di argento, quest'ultimo si riduce allo stato metallico mercè un leggiero riscaldamento, e si deposita sul vetro in forma di una patina lucida come uno specchio o in quella di fiocchi grigi. Una soluzione di zucchero di latte mischiato con della potassa discioglie l'ossido di rame dandogli un bel colore azzurro; questo miscuglio, quando si riscalda, diviene rosso, perchè tutto il rame vi si separa allo stato di protossido. In questi due casi gli elementi dello zucchero di latte si appropriano tutto l'ossigeno dell'ossido di argento e la metà dell'ossigeno dell'ossido di rame.

Una soluzione di zucchero di latte discioglie l'ossido di ferro ed altri ossidi metallici; l'indaco vi perde questo suo colore e si discioglie nella detta soluzione in quel modo appunto come avviene nei vagelli in cui i tintori lo sciolgono per dare il bagno.

Molti fermenti, segnatamente in presenza della calce, trasformano l'acido lattico, che deriva dallo zucchero di latte, in acido butirrico, il quale fa parte del gruppo degli acidi grassi. Lo

zucchero di latte, ossidato per mezzo dell'acido nitrico, si decompone in acido carbonico, acido ossalico ed acido mucico. Aggiungendo poca quantità di acido solforico ad una soluzione acquosa dello stesso zucchero, questo si cambia quasi all'istante in zucchero di uva.

Lo zucchero di latte cristallizzato contiene del carbonio e gli elementi dell'acqua, ossigeno ed idrogeno; questi ultimi vi si trovano in una proporzione tale che, supponendo tutto l'idrogeno sostituito dal suo equivalente di ossigeno, se ne otterrebbe per l'appunto l'acido carbonico.

I frutti ed i succhi vegetali dolci al palato debbono questo loro sapore a tre specie di zuccheri, di cui due sono cristallizzabili, mentre la terza è sempre molle o della consistenza dello sciroppo. E però questa ultima entra nella composizione della maggior parte dei frutti (MITSCHERLICH). Le barbabietole ed i dauchi contengono lo stesso zucchero che si ritrova nel succo della canna; e nel miele si rinviene incorporato quello stesso che nell'uva. Di tutti questi zuccheri, quello dell'uva più di ogni altro somiglia allo zucchero di latte per la composizione e le proprietà; allo stato secco, questo riunisce in sè gli stessi elementi di quello e nelle stesse proporzioni; di talchè, in quanto alla sua proprietà di cambiarsi in acido lattico ed in acido butirrico, al suo comportamento con gli ossidi metallici, di argento, di rame e di ferro, come ancora coll'indaco, esso non differisce affatto dallo zucchero di latte.

Lo zucchero di canna, nella sua composizione, si distingue dallo zucchero di latte e da quello di uva, in quanto che questi ultimi contengono un atomo di acqua di più; ma in contatto coi fermenti o cogli acidi, lo zucchero di canna, fissando negli elementi suoi quest'atomo di acqua, che gli mancava, si cambia molto facilmente in zucchero di uva.

La sostanza che più generalmente si ritrova nel regno vegetale e negli alimenti degli erbivori, e che nella nutrizione assume le importanti funzioni dello zucchero di latte, è l'*amido* o la *fecula amidacea*, in apparenza tanto dissimile da quello per le sue proprietà.

L'amido, sotto forma di granelli rotondi, si ritrova deposto nei semi delle piante granifere e delle leguminose, nelle radici e nei tuberi, come pure in taluni legni; si può facilmente estrarre la mercè dell'acqua, lavando le cellule che lo racchiudono, dopo

di averle lacerate. Grattuggiando le patate, i pomi o le pere non mature, le castagne, le ghiande, il ravanello, la radice della maranta arundinacea *Linn.*, la midolla della cicade, e dipoi lisciviandone la poltiglia con l'acqua sopra uno staccio fino, il liquido lattiginoso e torbido che ne cola, riposando, deposita l'amido sotto la forma di una polvere finissima e perfettamente bianca. In commercio si trova l'amido sotto parecchie forme: la qualità più fina dell'amido di frumento è conosciuta col nome di *polvere di Cipro;* il *Sago* o *Sagù* è l'amido della cicade, granulato ed alquanto agglomerato per il disseccamento al calore; l' *Arrow-Root* è l'amido della radice della *maranta arundinacea;* la *Mandiocca* è l'amido del *Jatropha Manihot.* Quello però che in Europa si vende ordinariamente sotto i nomi di queste tre ultime specie, altro non è se non la fecula di patate. Tutte le specie di amido hanno la stessa composizione e si comportano chimicamente allo stesso modo. Ad eccezione degli amidi particolari della radice dell'enula (*Inula helenium*), dei tuberi della dalea e di molti licheni, tutti gli altri amidi danno con l'acqua calda una colla più o meno fluida e gelatinosa che coll'aggiunta di una soluzione di jodo acquista un magnifico colore indaco.

Io mi trovo di aver già detto, nella decima ottava lettera, che l'amido può essere convertito in zucchero di uva per l'influenza del glutine, nella germinazione del grano, o per la influenza dell'acido solforico.

La colla di amido si fluidifica immediatamente in un decotto caldo di orzo tallito; sul principio vi si produce una sostanza somigliante alla gomma, conosciuta sotto il nome di *gomma di amido*, o meglio sotto quello di *destrina*, che, rimanendo lungamente sotto l'influenza del decotto di malto, passa intieramente allo stato di zucchero di uva. Un effetto simile produce sull'amido la saliva che contiene aria. Un miscuglio di saliva e di colla di amido si fluidifica e diventa dolce quando viene esposto alla temperatura del corpo umano; la mercè di una quantità di saliva sufficiente, tutto l'amido può essere convertito in zucchero di uva.

Si comprende perciò facilmente come la diversità dei caratteri esterni o fisici dell'amido e dello zucchero di latte sparisca quasi del tutto durante il processo della digestione. La provvida natura ha prese disposizioni tali che, nel tempo della masticazione degli alimenti, si frammischi ad essi una materia che mercè la sua influenza trasforma l'amido, nello stomaco, in una sostanza

identica allo zucchero di latte rispetto alla composizione e alle proprietà più rilevanti.

La quantità di amido contenuta nella farina dei cereali, dei piselli, dei fagiuoli, delle lenticchie e delle patate è molto considerevole. La farina del frumento e quella della segala ne contengono da 60 a 66, l'orzo e le lenticchie da 40 a 50, il grantnrco fino a 78, il riso fino a 86 e le patate (fatte disseccare) al di là del 70 per 100.

Il grasso del butirro e della carne contiene il carbonio e l'idrogeno molto approssimativamente nella proporzione stessa in cui questi ultimi sono contenuti nell'amido e nelle diverse specie di zucchero. L'amido e le diverse specie di zucchero si distinguono principalmente dal grasso soltanto per un maggiore contennto di ossigeno; giacchè per una stessa quantità di carbonio il grasso contiene circa 10 volte meno di ossigeno. Laonde facilmente si rinviene, mercè del calcolo, la quantità di amido equivalente ad nna data quantità di grasso, aggiungendo ossigeno a quest'ultimo; e però si trova in questo modo che 10 partl di grasso corrispondono a 24 di amido. Così ancora, diffalcando l'acqua, si può col calcolo trasformare in amido lo zucchero di latte; onde s'inferisce che ridncendo in questa maniera ad equivalenti di amido tntt'i principî non azotati degli alimenti, si può comodamente estimarne il valore relativo, paragonando tra loro le proporzioni dei principî plastici e dei principî non azotati in essi contenuti.

TAVOLA DEI PESI RELATIVI DEI PRINCIPÎ PLASTICI, E DEI PRINCIPÎ NON AZOTATI DEGLI ALIMENTI.

	Elementi plastici	: non azotati	
Latte di vacca	10	: 30 =	8,8 grasso 10,4 zucchero di latte
Latte di donna	10	: 40	
Lenticchie	10	: 21	
Fave	10	: 22	
Piselli	10	: 23	
Carne di montone (ingrassato)	10	: 27 =	11,25 grasso
» porco (ingrassato)	10	: 30 =	12,50 »
» bue	10	: 17 =	7,08 »
» lepre	10	: 2 =	0,83 »
» vitello	10	: 1 =	0,41 »

	plastici :	non azotati
Farina di frumento	10 :	46
» avena	10 :	50
» segala	10 :	57
Orzo	10 :	57
Patate bianche	10 :	86
» turchine	10 :	115
Riso	10 :	123
Farina di fagopiro	10 :	130

Non vi ha proporzione costante tra la parte plastica del latte ed il suo contenuto di butirro e di zucchero di latte; nè tra la sostanza sanguificante della carne e la quantità di grasso contenutavi; come neanche tra la parte plastica e l'amido contenuto nei cereali, nelle patate e nei semi delle leguminose. Queste proporzioni variano nel latte a misura che variano gli alimenti dell'animale da cui proviene; la carne grassa propriamente detta contiene più di grasso che la carne detta magra; e la differenza che rileviamo tra le due surriferite specie di patate ci dimostra chiaramente quante sieno le divergenze che nelle varietà di una stessa pianta si possono osservare. E però i numeri riportati nella tavola di sopra si possono considerare come quantità medie tra i due limiti estremi. Come rapporto costante si può ammettere, che per 1 parte di sostanza plastica in peso, i piselli, i fagiuoli, le lenticchie ne contengono in peso da 2 a 3 di sostanze non azotate; i cereali, il frumento, la segala, l'orzo, l'avena da 5 a 6; le patate da 8 a 11; il riso ed il fagopiro da 12 a 13. Di tutti gli alimenti la carne magra è in proporzione quella ch'è più ricca di parti plastiche. Così, per esempio, astrazione fatta delle altre parti non organiche, 17 parti di carne secca di bue contengono altrettanto di sostanze plastiche quanto 56 parti in peso di farina di frumento, 67 di segala, 96 di patate, e finalmente 133 di riso.

Comparando tra loro questi alimenti, fa mestieri che non si dimentichi come nello stato naturale essi contengono una quantità di acqua, di cui bisogna tener conto: 17 parti in peso di carne secca di bue, nelle quali sono comprese 7,08 parti di grasso, contengono nello stato naturale 32 parti in peso di acqua. A 49 parti in peso di carne fresca, che contiene l'acqua nell'anzidetta proporzione, corrispondono 66 parti di farina di frumento (e 15 per 100 di acqua).

Non vi ha dunque dubbio alcuno che, mischiando debitamente questi alimenti, noi possiamo produrre una composizione simile a quella del latte o del pane di frumento. Aggiungendo lardo o carne grassa di porco ai piselli, alle lenticchie o ai fagiuoli, o patate alla carne di bue, o prosciutto grasso alla carne di vitello, o pure riso alla carne di montone, noi vi accresciamo proporzionatamente la quantità delle sostanze non azotate. Lo stesso avviene per le bevande alcooliche, le quali, intromesse nello stomaco accompagnate da carne magra ed un poco di pane, danno un mescuglio che per le proporzioni in cui contiene le parti non azotate e le parti plastiche somiglia al latte, mentre accompagnate da carne grassa esse danno un mescuglio simile al riso o alle patate.

Basta solo additare questi rapporti perchè subito si rimanesse convinto del come l'uomo, scegliendo e mischiando i suoi alimenti, sia guidato da un istinto infallibile, fondato sopra una delle leggi della natura, ogni qualvolta però le circostanze della sua vita gli permettono di farne la scelta.

Questa legge della natura insegna all'uomo ed agli animali a far entrare nei loro alimenti proporzioni costanti di sostanze plastiche e di sostanze non azotate, ed a variare nello stesso tempo gli alimenti adattandoli al modo loro di vivere ed allo stato in cui si trova il loro corpo. Queste proporzioni insegnate dalla legge dell' istinto e volute dalla natura possono venir cambiate o dalla forza o dalla miseria, ma ciò non avviene senza portare un danno positivo alla salute dell'uomo, nè senza che le sue forze fisiche ed intellettuali ne scapitassero.

La scienza porta in sè il più nobile indirizzo, quello di manodurci alla cognizione di siffatta legge; di spiegarci perchè l'uomo e gli animali, per mantenere le funzioni della loro vita, abbiano bisogno di una tale miscela delle parti che costituiscono i loro alimenti; come pure quali sieno le influenze che in questo stesso mescuglio determinano un cangiamento conforme alle leggi della natura.

In virtù della cognizione di questa legge l'uomo s'innalza al di sopra degli esseri privi di ragione, rispetto a una delle funzioni più rilevanti che ha di comune cogli animali. Essa gl' insegna, riguardo ai suoi bisogni fisici, dalla cui soddisfazione dipende il conservarsi della sua salute e della sua vita, alcuni precetti di cui l'animale non ha bisogno, perchè in esso i precetti della legge

dell'istinto non sono mai vinti dagli appetiti dei sensi, nè da quella opposizione che proviene dalla perturbata volontà.

Or quali sono mai le cause prime su cui poggia questa legge d'istinto che obbliga e gli uomini e gli animali a prevalersi nei loro alimenti, oltre delle parti plastiche, anche di certe sostanze non azotate, i cui elementi non hanno alcuna parte nella formazione dei loro organi? Quale ufficio assumono queste sostanze nel processo vitale? Non è difficile a rispondere a queste dimande, ove si paragonino le parti costituenti del corpo con quelle degli alimenti, e si considerino questi ultimi come le cause degli effetti da essi prodotti nel corpo vivo, o come le condizioni per le quali questi medesimi effetti si sono manifestati.

Un cavallo che lavora consuma in un anno 5475 lib. (=3072,4 rot. = 2737 chilogrammi) di fieno e 1642 libbre (= 597,20 rot. = 821 chilogr.) di avena (1). Un porco di 120 lib. (= 57,23 rot. = 60 chilog.) che ha finito di crescere, consuma nello stesso tempo 5110 libbre (=2423,12 rot. = 2555 chilogr.) di patate (2). Ad onta di questa enorme quantità di nutrimento, che pel porco ascende a più di 40 volte il peso del suo corpo, il peso di questi animali non si trova accresciuto alla fine dell'anno; o pure se essi diventano più pesanti, l'aumento del peso del loro corpo non è che una piccola frazione del peso degli alimenti che hanno consumati.

Lo stesso rapporto esiste tra il peso dell'uomo e quello dei suoi alimenti. In un uomo adulto, il cui peso non è sensibilmente cambiato alla fine dell'anno, i rapporti tra tutte le parti costituenti del suo corpo e tra la composizione di esse sono gli stessi come in sul principio di quel periodo di tempo. Tutto ciò che egli ha mangiato e bevuto in 365 giorni non ha servito ad aumentare la massa del suo corpo, ma a produrre una serie di effetti.

Le quattordici libbre di patate, che il porco ha mangiato giorno per giorno, produssero nel suo corpo una certa quantità di forza meccanica, la mercè della quale si è effettuato il movimento del sangue, degli umori, delle membra; le parti costituenti delle patate hanno dunque servito a mantenere il meccanismo in movimento.

Un effetto del tutto simile si è prodotto nel corpo del cavallo

(1) Ann. de chim. et de phys. LXXI, 136.
(2) Ann. de chim. et de phys. Nouvelle Série, Tom. XIV, p. 443.

dalle 14 libbre di fieno e dalle 4 libbre e 1/2 di avena che esso quotidianamente ha consumate, con la differenza, però, che siffatta quantità di foraggio diede altresì al cavallo la facoltà d'impiegare al di fuori una certa quantità di forza meccanica. Questa quantità di foraggio ingenerò nell'organismo del cavallo un eccesso di forza, la mercè di cui le sue membra acquistarono la facoltà di superare una certa quantità di resistenza, di eseguire cioè, una certa quantità di lavoro senza che la sua salute ne rimanesse lesa o pregiudicata.

Quello stesso effetto che troviamo essere stato prodotto dal foraggio nel corpo del cavallo, produssero anche il pane, la carne ed i legumi nel corpo dell'uomo; ma oltre della forza meccanica che determina il movimento dei suoi organi interni e quello delle sue membra durante il lavoro, questi alimenti ingenerano in lui un certo numero di altri effetti, che si manifestano come attuazione dei sensi e delle facoltà intellettuali.

Noi sappiamo, che nello stato di astinenza dagli alimenti il corpo dell'uomo non altrimenti che quello degli animali perde del suo peso ad ogni istante; che il diminuire o lo sparire della sostanza dei suoi più importanti organi in un dato tempo è in ragione degli effetti prodotti in questo stesso tempo dalla forza dei suoi organi o delle sue membra; e che la mercè degli alimenti il corpo riacquista il suo proprio peso e la facoltà di produrre nuovi effetti colla sua forza. Noi sappiamo pure, come nello stato di riposo l'uomo e gli animali abbisognano di una quantità minore di nutrimento che nello stato di moto e di fatica; come non sia cosa indifferente il sapere di quale natura siano gli alimenti che l'uomo e gli animali devono consumare in ogni giorno per riacquistare, senza che scemi, la facoltà di eseguire nel giorno seguente lo stesso lavoro che nel giorno innanzi, di produrre cioè gli stessi effetti la mercè dell'azione del suo sistema nervoso.

Innumerevoli esperienze, fatte da migliaia di anni, ci provano ad evidenza che gli alimenti variano grandemente sotto il rapporto della loro facoltà di produrre e ristabilire tutte queste attività. In ciò il pane di frumento è superiore al pane di segala; il pane di segala al riso ed alle patate, e la carne degli animali a tutti gli altri alimenti. È cosa ben risaputa che un cavallo nutrito di patate è ben lungi dal poter eseguire il lavoro che eseguirebbe cibandosi di fieno ed avena. La forza di lavoro, che un uomo può metter fuori ogni giorno, si può estimare, la mercè del-

la quantità delle parti plastiche che egli consuma nel pane e nella carne (1).

Le parti plastiche degli alimenti sono evidentemente le condizioni prossime della produzione della forza fisica nell' organismo, come pure di tutte le attività dei sensi e dello spirito.

Noi comprendiamo questi effetti considerando che tutt'i fenomeni del moto nell'organismo animale, tutti gli effetti che esso produce in virtù del suo cervello o delle sue membra, sono determinati o subordinati a quelle sue parti che hanno forma organica, come ancora che le parti le quali non ne hanno veruna, come l'acqua ed il grasso, non posseggono proprietà vitali, e non possono effettuare alcun cambiamento di luogo o di posizione in virtù di una causa efficiente insita in esse.

E però se tutti gli effetti che si possono produrre nel corpo di un uomo o in quello di un animale e che vengono eseguiti per mezzo degli organi dei loro sensi, del cervello o degli apparecchi dei movimenti volontari, dipendono dal numero o dalla massa delle parti organizzate contenute nel corpo, egli è chiaro che la intensità o la durata di questi effetti sono in ragione della massa delle singole parti di cui gli organi del corpo si compongono, che gli effetti del cervello sono in ragione della massa cerebrale, e che gli effetti meccanici sono in ragione della massa della sostanza muscolare.

A misura che vien meno l'apparecchio meccanico che genera ed emette la forza, a misura che la sostanza dei muscoli e dei nervi si va a perdere, anche il corpo perde la sua facoltà di riprodurre gli stessi effetti di forza; mentre, al contrario, esso riacquista questa facoltà, a misura che le parti organizzate diminuite si rinnovellano e vengono rifatte in virtù del processo della nutrizione.

Tutte le parti organizzate del corpo che emettono forza sono ingenerate dall' albumina del sangue. Tutta l'albumina del san-

(1) La razione di pane che il soldato riceve giornalmente pesa:

In Francia	750 gram.	(frumento)
Nel Belgio	775 »	(frumento)
In Sardegna	737 »	(frumento)
In Spagna	670 »	(frumento)
Nelle Due Sicilie	642 »	(frumento)
Nella Germania meridionale	900 »	(1/6 frum., 4/6 segala ed 1/6 orzo)
Nella Germ. Sett. ed in Russia	1000 »	(segala).

gue deriva dalle parti plastiche che si trovano contenute negli alimenti, sieno vegetali o animali. Le parti plastiche degli alimenti, di cui ultima sorgente è la pianta, sono dunque quelle appunto che determinano qualsiasi produzione o esito di forza, ed in generale tutti gli effetti che l'organismo animale produce, sia per mezzo dei sensi, sia per mezzo delle membra.

Una nuova e maravigliosa connessione si rivela allo spirito umano in siffatto rapporto di dipendenza dell'animale dalla pianta.

I vegetabili che servono di nutrimento agli animali sono i generatori delle materie nutritive plastiche, e perciò i cumulatori di ogni forza; nel riposo e nel sonno l'animale fa ritorno allo stato di pianta; le parti non organizzate del suo sangue prendono forma e diventano parti del suo organismo; e queste ultime, decomponendosi in composti privi di una forma propria, ovvero in composti inorganici, emettono la forza in esse accumulata che si pone in opera producendo così gli effetti più svariati. In ciò l'animale rassomiglia alla pila di Volta, la quale deve le sue proprietà ad una certa disposizione degli elementi onde è composta, e che consuma sè stessa producendo effetti magnetici, elettrici e chimici. Così i rapporti che esistono tra le parti plastiche degli alimenti ed il processo della vita nell'animale sembrano aver trovata la loro spiegazione. Queste parti sostengono tutte le funzioni vitali, ripristinando il primitivo peso delle parti organizzate che sono state consumate e si sono separate dal corpo.

Un cavallo nutrito di patate e costretto a lavorare perde di peso; non lavorando, il peso del suo corpo rimane inalterato. La fatica è dunque la cagione del consumarsi di alcune parti del corpo; e le sostanze plastiche contenute nella intera quantità delle patate consumate dall'animale non bastano per la produzione delle parti del suo corpo che si sono logorate. Esso consuma più di quello che possibilmente può ricavare da una nutrizione di tal fatta; perciò dimagra e s'indebolisce.

Al contrario, poi, il cavallo, che riceve in abbondanza fieno ed avena, può eseguire una certa quantità di lavoro senza che l'indomani il suo corpo abbia sofferto una diminuzione di peso. Se allo stato di riposo esso riceve la stessa quantità di foraggio, allora il peso del suo corpo si accresce, ma però fino a certi limiti. Il foraggio consumato produce dunque nel corpo del cavallo una certa quantità di forza, che può venire adoperata per superare resistenze al di fuori del suo corpo o pure al di dentro del

corpo stesso. Se questa forza viene impiegata nel lavoro, il peso del corpo non soffre alcuna alterazione; se poi si consuma nell'organismo pel conseguimento di certi fini vitali, allora il corpo cresce di massa in tutte le sue parti.

Da quanto si è detto s'inferisce, che *la forza che un animale può metter fuori lavorando è in un rapporto determinato con quell'eccesso del suo nutrimento che nello stato di riposo aumenta il peso del suo corpo.*

Se noi non interpretiamo falsamente la eterna ed immutabile legge della natura, la proporzione degli alimenti plastici, necessarî ogni giorno all'uomo che lavora, non può essere giammai minore della proporzione in cui la natura stessa li prepara per lo sviluppo del corpo umano e l'incremento di tutte le parti che lo compongono; essa è la proporzione medesima in cui noi rinveniamo le parti plastiche contenute nel latte della donna. Quindi gli alimenti dell'uomo che lavora dovrebbero contenere, per 4 parti in peso di sostanze non azotate, una parte in peso di principî plastici.

Del resto ciò altro non vuol dire se non quello che si sa da quando il mondo ed in esso gli uomini esistono, che cioè ogni individuo che deve eseguire quella quantità di lavoro che secondo la sua organizzazione particolare esso è capace di effettuare, ha bisogno di aggiungere al suo pane una data quantità di carne; che se esso consuma al di là della sua media forza di lavoro, la proporzione delle sostanze plastiche rispetto alle altre non plastiche negli alimenti si deve accrescere proporzionatamente alla costituzione del suo corpo; e che nello stato di riposo gli riesce bastevole una proporzione minore di sostanze plastiche negli alimenti.

Consegue inoltre da ciò, che il bambino privo del beneficio di ricevere il necessario alimento da sua madre, quando venga nutrito con latte di vacca, che contiene una maggiore proporzione di nutrimento plastico, a questo latte si debba aggiungere zucchero di latte (zucchero), o pure mischiare il latte di vacca alla pappa, che gli si dà, di flor di farina; questa nutrizione, come lo dimostra l'esperienza, produce nel corpo del bambino gli stessi effetti del latte della madre (1).

(1) Secondo un calcolo di Knapp, un soldato consuma (vedi la nota a pag. 292) nella sua razione 47 parti di sostanze non azotate per 10 parti di sostanze plastiche.

E ne consegue pure, ciò che sa tutto il mondo, che se un fanciullo o un uomo nell'età giovanile, per circostanze esterne, è costretto di cambiare in lavoro la forza che si può ricavare dal suo organismo, e questo consumo eccessivo di forza non vien compensato da una corrispondente alimentazione, o se non può esser compensato, perchè il corpo non può digerire se non una determinata quantità di alimenti, ne consegue, io dico, che lo sviluppo del corpo suo giovanile ne rimanga per necessità disturbato ed impedito.

Le mirabili esperienze di Boussingault (*Ann. de chim. et de phys. Nouv. Série* T. XIV p. 419) dimostrano che l'aumento del peso degli animali messi ad ingrassare è, come la produzione del latte di una vacca, in ragione della quantità degli alimenti plastici che essi consumano nel loro pasto giornaliero. Queste esperienze si continuarono per più mesi sopra dei porci, animali che posseggono al più alto grado la facoltà di assimilar gli alimenti. Un porco fu esclusivamente nutrito di patate; quest'alimentazione non lo fece crescere di peso; mentre un tale aumento era sensibile quando l'animale riceveva per alimento patate, latte scevro di butirro, siero ed avanzi di cucina. L'incremento maggiore si ottenne mercè la somministrazione giornaliera di alimenti da ingrasso composti di patate (9,74 libbre=rot. 5,46), grano macinato (0,90 libb. = rot. 0,51), farina di segala (0,64 libb. = rot. 0,36), piselli (0,68 lib. =rot. 0,38), latte scevro di butirro, siero ed avanzi di cucina (0,90 lib. =rot. 0,51).

Il calcolo dà le seguenti proporzioni di miscela per le 3 diverse alimentazioni somministrate al porco (1).

RAPPORTO

Tra le parti plastiche e le parti non azotate degli alimenti, essendo queste ultime espresse in amido.

	Parti plastiche.	Parti non azotate.
Il porco ha ricevuto nella nutrizione esclusiva con patate	10	87
Nel nutrimento misto	10	71
Nel nutrimento per ingrassare	10	55

Si osserva che questa ultima miscela offre fra le parti plasti-

(1) Ann. de chim. et de phys. Nouv. Série tom. XIV p. 459.

che e le parti non azotate un rapporto simile a quello che esiste nei semi dei cereali.

Per mezzo dell'esperienza l'agronomia tedesca pervenne a conoscere un modo di procedere molto semplice per convertire le patate in una alimentazione atta ad ingrassare gli animali, la quale pel suo mescuglio è simile all'anzidetto nutrimento per l'ingrasso, e che non differisce punto dai cereali in quanto alle proporzioni in cui le sostanze plastiche e le sostanze non azotate vi sono contenute. Questo metodo, che è la base sopra la quale l'economia agronomica si trova fondata in Germania, consiste in ciò, che si levano alle patate, mercè di un vero processo chimico, o totalmente o la maggior parte delle sostanze non azotate che vi sono contenute, impiegando all'ingrasso il rimanente in cui si trovano riunite tutte le parti plastiche di esse. A tal fine si fanno cuocere le patate, e., dopo di averle ridotte in una poltiglia alquanto liquida, si pongono in contatto con dell'orzo tallito sotto l'influenza del quale la fecula delle patate si converte in zucchero. Quindi si fa fermentare il mosto, aggiungendovi del lievito di birra, e si distrugge così tutto lo zucchero che si è formato. Distillando dipoi il mosto fermentato si ottiene l'amido delle patate sotto la forma di acquavite, e nel residuo delle patate, dopo la distillazione (*Kartoffelschlempe* dei Tedeschi), il nutrimento più stimato per ingrassare il bestiame.

Generalmente si crede, nell'estero, che l'agronomo tedesco si faccia distillatore nell'unico fine di ottenere acquavite, ma ciò è un errore; egli distilla acquavite nell'intento di procurarsi, nel modo più economico, il vitto indispensabile per ingrassare i suoi animali.

Questo metodo di concentrare i principî plastici negli alimenti destinati alla produzione del sangue e della carne è uno dei numerosi esempi in cui l'esperienza precorse la teoria. In fatti, non si pensava in sulle prime che a produrre acquarzente; dipoi si volle trar partito dai residui, e finalmente si riconobbe la influenza vantaggiosa di questa operazione sopra la efficacia del nutrimento destinato all'ingrasso. Per la propagazione di questa sorta di verità, il bisogno e l'urgenza sono de' maestri la di cui influenza e il potere di convincimento sono più forti di qualunque scienza.

Da quanto abbiamo detto chiaramente consegue la grande importanza delle sostanze plastiche negli alimenti; tramutandosi

in elementi del corpo vivente, esse determinano la continuazione di tutte le funzioni vitali.

Ove ci mettiamo a considerare, che il corpo animale è non solo una sorgente di forze e di effetti vitali, ma ancora un apparecchio produttore di calorico; che il calore sviluppato ogni giorno nel corpo di un uomo adulto basterebbe, a capo di un anno, ad innalzare venti in venticinque mila libbre di acqua (= 11,223 in 14,029 rot.) dal suo punto di congelazione a quello di ebollizione; che il calorico animale è uno degli effetti che l'ossigeno produce, combinandosi, in virtù del processo della respirazione, con certe parti degli alimenti o del corpo animale, e che la quantità del calore giornalmente prodotto è in un rapporto determinato colla quantità di ossigeno consumato, si deve naturalmente ammettere che sia ben subordinata la parte che gli elementi delle sostanze plastiche contenute nella nutrizione possono avere nella generazione della quantità di calore che ogni giorno si riproduce nell'animale.

Infatti, paragonando la quantità di alimenti plastici consumati in un giorno con la quantità di ossigeno consumato nello stesso tempo, troveremo che gli elementi combustibili degli alimenti sono ben lungi dal poter bastare alla trasformazione dell'ossigeno, assorbito dal sangue in acido carbonico ed in acqua. L'organismo animalo riceve assai più di ossigeno, un cavallo cinque volte di più, un porco sei volte di più, di quanto se ne richiederebbe per la perfetta combustione degli alimenti plastici.

Però se gli elementi combustibili degli alimenti plastici servissero alla produzione del calore, tutta la quantità che un cavallo ne consuma in un giorno, nell'avena e nel fieno, o un porco nelle patate, non basterebbe che a mantenere il processo della respirazione e quindi quello della produzione del calore, per 4 ore e 1/2 nel cavallo, e 4 ore nel porco, ovvero essi dovrebbero consumarne giornalmente una quantità cinque o sei volte maggiore. Se si considerano le proprietà degli alimenti plastici, sembra molto dubbioso, anche ammettendo quest'ultimo caso, che essi, nelle condizioni in cui l'organismo li porge all'ossigeno, abbiano potuto produrre il calore necessario al corpo e ripararne la perdita; poichè tra tutte le sostanze organiche, appunto gli elementi plastici dei cibi sono quelli che posseggono all'infimo grado la facoltà di bruciare e di sviluppare calore.

Tra gli elementi del corpo animale, l'azoto è quello in cui

l'affinità per l'ossigeno è la più debole, e ciò che è ancora più singolare, esso, combinandosi con altri corpi combustibili, li priva più o meno della loro primitiva suscettibilità di combinarsi coll'ossigeno, vale a dire di bruciare.

Tutti conoscono la grandissima infiammabilità del fosforo e dell'idrogeno; ma combinandosi con l'azoto ciascuno di essi forma un corpo che manca interamente della proprietà di accendersi e di abbruciarsi nelle circostanze ordinarie. Il fosforo non combinato ad un altro corpo s'infiamma fin dalla temperatura del corpo umano, e si ossida facilmente con l'acido nitrico diluito; ma il fosfuro di nitrogeno, bianco e somigliante al carbonato di calce, al contrario, diventa combustibile solamente alla temperatura del calor rosso o nel gas ossigeno, e non continua a bruciare; nè l'acido nitrico diluito l'attacca. L'ammoniaca, ossia la combinazione dell'azoto con l'idrogeno, contiene, in 2 volumi, 3 volumi d'idrogeno, e non ostante la grande proporzione di questo elemento che tanto facilmente s'infiamma e s'abbrucia, il gas ammoniacale non s'infiamma al contatto di un corpo incandescente e non continua a bruciare nemmeno nel gas ossigeno puro. Le combinazioni formate dall'azoto, paragonate con quelle che formano gli altri corpi, sono per la maggior parte difficilmente combustibili; esse si infiammano con difficoltà e non vengono annoverate tra i così detti materiali combustibili, perchè nella loro combustione non producono che un debole grado di calore, il quale non basta a riscaldare le particelle vicine nemmeno alla temperatura in cui queste s'infiammano. Solo il cianogeno, cotanto ricco di carbonio, e l'acido prussico, qualora si ritrovano allo stato gassiforme, sono accensibili, ed infiammati continuano a bruciare.

In modo simile si comporta l'albumina contenuta nel sangue, che è un liquido alcalino. Paragonando il grado in cui l'albumina tiene la facoltà di combinarsi coll'ossigeno a quello in cui posseggono la stessa facoltà le combinazioni non azotate, come lo zucchero di latte, lo zucchero di uva ed il grasso, troviamo esistere tra essa e questi corpi lo stesso rapporto che intercede tra il grado di ossidabilità dell'argento e quello del ferro. E però se noi vorremmo ripartire gli elementi del corpo animale, secondo il loro grado di combustibilità, in elementi nobili ed elementi ignobili, come si suol fare pei metalli, dovremmo comprendere gli elementi degli organi tra i più nobili che nella natura organica si producessero.

Ovunque per mezzo dei suoi deboli sensi è dato all'uomo di volgere una occhiata entro la profondità del Creato, esso riconosce la grandezza e la sapienza di Colui che operò la Creazione del mondo. Ma la più grande tra le maraviglie della Creazione, che l'uomo è capace di ammirare, è quella infinita semplicità di mezzi in virtù della simultanea cooperazione dei quali si mantiene l'armonia così nell'universo come nell'organismo, assicurando in tal guisa il conservarsi della vita agli esseri organizzati. Senza quella potente resistenza che in virtù della loro propria natura le parti azotate del corpo animale oppongono, in capo a tutte le altre, alla influenza dell'atmosfera, la vita organica non potrebbe essere durevole.

Se l'albumina del sangue, che nasce dalle parti plastiche degli alimenti, avesse in più alto grado la facoltà di mantenere il processo della respirazione, sarebbe del tutto incapace di mantener quello della nutrizione. Se nella circolazione del sangue potesse venire direttamente o alterata o distrutta dall'ossigeno inspirato, la quantità di essa che in proporzione così tenue viene ogni giorno somministrata ai vasi sanguigni dagli organi della digestione si vedrebbe sparire con molta rapidità, ed il più lieve perturbamento nelle funzioni di questi ultimi basterebbe a spegnere la vita.

Finchè il sangue contiene, oltre l'albumina, altre materie che la superano per la loro affinità con l'ossigeno, quest'ultimo non potrà mai esercitare alcuna azione distruttiva sopra di essa e sulle parti essenziali del sangue; e il valore delle parti non azotate degli alimenti trova in ciò la sua vera spiegazione.

L'amido, lo zucchero, il grasso, servono a preservare gli organi ed a mantenere la temperatura del corpo per mezzo della combinazione dei loro elementi coll'ossigeno.

Le parti non solforate ed azotate degli alimenti sono gl'intermedì della riproduzione degli effetti della forza; le parti non azotate servono a produrre il calore: le prime sono produttrici delle forme e generatrici della forza; le seconde mantengono il processo della respirazione: esse sono *mezzi della respirazione*.

La necessità della coesistenza, nelle rispettive proporzioni, delle sostanze plastiche e dei mezzi della respirazione negli alimenti, è dunque chiara. La totale quantità che nel corpo giornalmente se ne richiede, dipende dalla quantità di ossigeno che in esso si ritrova essersi fissata; e la quantità relativa di esse vien de-

terminata dalla quantità di calore perduta e da quella della forza emessa.

Ad eguale consumo di forza, l'uomo che lavora abbisogna, nell'estate, nei suoi cibi, di una quantità minore di alimenti che servono alla respirazione che nell'inverno; e nei paesi meridionali meno che nei settentrionali. E però se l'uomo ne consuma pesi eguali nelle diverse stagioni o nei diversi climi, questi alimenti, sono nel primo caso più ricchi di ossigeno, come gli acidi organici e lo zucchero, e nell'altro più ricchi in elementi combustibili, come il lardo e l'olio di pesce di cui si cibano gli abitanti delle regioni polari.

Senza che vi fossero delle materie prive di azoto non si saprebbe concepire la formazione degli organi dalle parti costituenti del sangue, nè la produzione di alcun effetto dinamico per opera di questi stessi organi. Noi troviamo nell'uovo di gallina, per ogni 10 parti di albumina, 15 parti di sostanza non azotata (di materia grassa espressa in amido); la cui massima parte sparisce durante l'incubazione. In virtù della combinazione degli elementi della materia grassa coll'ossigeno dell'aria, si sviluppa una certa quantità di calore che sostiene gli effetti prodotti da quello dell'incubazione; si produce acido carbonico ed acqua, la quale in parte rimpiazza l'acqua che si evapora; e per la presenza del grasso finalmente l'effetto dell'ossigeno vien mantenuto in equilibrio e ridotto a quella proporzione in cui deve partecipare allo ingenerarsi degli organi. Ma l'animale che respira consuma una quantità di ossigeno assai maggiore di quella che l'uovo consuma per gli stessi fini durante l'incubazione, e perciò la quantità delle parti non azotate nei suoi alimenti vi si deve trovare in rapporto con questo eccesso del consumo di ossigeno. E però si può ben conchiudere da ciò, che la proporzione in cui le sostanze non azotate stanno alle sostanze plastiche nell'uovo di gallina, rappresenti il minimo della quantità di sostanze plastiche di cui gli animali di sangue caldo abbisognano nei loro alimenti.

Lo zucchero di latte e lo zucchero di uva (che si forma dall'amido e dallo zucchero di canna nel processo della digestione) spariscono dal sangue con una rapidità straordinaria, di tal chè soltanto in pochissimi casi si è riuscito di ritrovare queste materie nel sangue. Con eguale rapidità sparisce ancora dal corpo dell'uomo o da quello di un animale, di cui da un giorno all'altro il peso non varia, il grasso che negli alimenti vi fu introdotto.

Aggiungendo al nutrimento degli animali una quantità di grasso maggiore di quella che corrisponde all'ossigeno inspirato, se ne accumula l'eccedente nelle cellule, i cui involucri consistono della stessa sostanza che costituisce la parte principale delle membrane e delle ossa. Ogni qualvolta le parti costituenti del sangue non bastano alla formazione di queste cellule, vi sopperisce la sostanza dei muscoli; l'animale si fa allora più pingue mentre la sua carne diminuisce; passato questo punto, il grasso si accumula nel sangue, come p. es. nelle oche; onde si presenta una malattia e poi la morte (PERSOZ, *Ann. de chim. et de phys.* T. XIV, p. 417, N. S.).

Se gli animali nei loro alimenti consumano, in materie plastiche e in materie non azotate (non grasse), una quantità maggiore di quella bastevole al mantenimento del processo della vita e della respirazione, le parti plastiche si accumulano sotto la forma di carne e di tessuto cellulare; e le parti non azotate (zucchero, zucchero di latte, ec.) si trasformano in adipe.

Il fatto importante, quello cioè che lo zucchero prodotto nella digestione dall'amido dei cereali, delle patate e dei semi delle leguminose si converte in grasso, quando il materiale per la formazione delle cellule non è mancante nel corpo dell'animale, questo fatto si è confermato, contro ogni dubbio, dagli esperimenti di PERSOZ e di BOUSSINGAULT, che si trovano pubblicati nei citati Annali.

Noi abbiamo di già notato che lo zucchero di latte e quello di uva hanno una composizione simile a quella dell'acido carbonico, il quale per ogni equivalente di carbonio ne contiene 2 di ossigeno. Lo zucchero di uva e quello di latte contengono essi pure per 1 equivalente di carbonio 2 altri equivalenti, ma un solo di questi è di ossigeno, giacchè l'altro è d'idrogeno. La trasformazione dello zucchero in acido carbonico consiste dunque, in ultima analisi, in una formazione di acqua; l'ossigeno assorbito pel processo della respirazione si combina coll'idrogeno dello zucchero per formare acqua, e se il luogo dell'idrogeno eliminato viene occupato dal suo equivalente di ossigeno, lo zucchero si converte esattamente in acido carbonico. Secondo questo modo di vedere non si effettuirebbe nell'organismo una combustione immediata del carbonio, ma l'acido carbonico vi si formerebbe per l'intervento di un corpo ricco d'idrogeno, in virtù di un così detto processo di sostituzione, nel quale, come nel caso presente,

per effetto di una lenta combustione l'idrogeno di quel corpo si ossiderebbe, e portato via sarebbe sostituito da uno o più equivalenti di ossigeno.

La prima condizione perchè si formi il grasso, ovvero perchè gli elementi combustibili dei cibi che servono alla respirazione si depongano nei tessuti cellulari del corpo è la *mancanza di ossigeno*. E però se la quantità di ossigeno basta a trasformare il carbonio in acido carbonico e l'idrogeno in acqua, allora questi elementi si segregano di bel nuovo e nessuna parte di essi si potrà accumulare nel corpo sotto forma di adipe.

Basta rammentarsi di ciò che avviene nei fenomeni della fermentazione per comprendere i processi, in virtù dei quali nel corpo dell'animale, lo zucchero, che è sì ricco di ossigeno, si converte in adipe, che n'è tanto povero.

La fermentazione produce sempre la separazione di un atomo complesso dal quale si formano due composti, ricco l'uno, povero l'altro di ossigeno. Così nella fermentazione alcoolica, una parte dell'ossigeno dello zucchero se ne separa sotto forma di acido carbonico, e noi ricaviamo dagli altri elementi che restano una sostanza combustibile facilmente infiammabile e poco ossigenata, l'alcool. Per una simile eliminazione di acido carbonico e di una certa quantità di acqua otteniamo da quella stessa specie di zucchero l'olio di patate che per le sue proprietà fisiche si avvicina molto più ai corpi grassi che l'alcool; e se la eliminazione dell'acido carbonico dello zucchero è accompagnata da una certa quantità d'idrogeno che pure se ne separa, avremo l'acido butirrico, che è un vero acido grasso.

Il formarsi dell'adipe nell'organismo animale presuppone le stesse condizioni. Noi lo consideriamo come l'effetto di due processi che si compiono simultaneamente l'uno accanto all'altro; l'uno di essi è un processo d'imperfetta ossidazione (di eremacausia, di combustione lenta) per effetto di cui una certa quantità d'idrogeno si stacca dagli elementi dello zucchero; l'altro è un processo di separazione (di fermentazione) che elimina una certa quantità di ossigeno sotto forma di acido carbonico. (Vedi la mia chimica animale p. 102).

Questa trasformazione dello zucchero in sostanza grassa si effettua forse per mezzo di un fermento contenuto nel fegato e che agisce sopra lo zucchero nella formazione dell'adipe, come la saliva sull'amido o come la mucosa dello stomaco nella digestio-

ne; il fegato sarebbe dunque la sede della formazione dell'adipe. Siffatta opinione quantunque verosimile abbisogna tuttavia di essere confermata dall'esperienza (1).

Tutte le sostanze che possono servire di nutrimento all'uomo o agli animali contengono sempre ed in tutte le circostanze una certa quantità di sostanze grasse o di una natura simile al grasso: la carne degli animali selvaggi ordinariamente non contiene adipe.

In tutti quei casi in cui il peso del corpo ed il suo contenuto in adipe rimangono inalterati, si può dunque premettere che l'adipe, lo zucchero e l'amido servono esclusivamente alla respirazione e che questi due ultimi non vengono impiegati alla produzione della materia grassa. La formazione del grasso al di là dei limiti di cui il corpo animale ne abbisogna per effettuare i processi plastici, come avviene negli animali messi ad ingrassare, è sempre la conseguenza del disturbato equilibrio tra il processo della respirazione e quello della nutrizione, od è più tosto un indizio di uno stato morboso anzichè di uno stato sano e normale.

La natura ha destinato le sostanze prive di azoto ad alimentare la sorgente calorifica nel corpo animale; esse si ritrovano a tal fine sapientissimamente frammiste a tutti gli alimenti, ed è la natura stessa che ha dotato l'organismo della facoltà di ridurre al minimo il danno che le funzioni vitali potrebbero soffrire da un disturbo cagionato dall'accumularsi delle sostanze combustibili nel sangue. Imperocchè queste sostanze convertendosi in adipe si separano dal sangue e vanno a depositarsi al di fuori del sistema circolatorio, come aspettandovi una ulteriore destinazione; e così il sangue conserva la sua composizione normale. Con questa separazione degli elementi combustibili la natura pone modo alla mancanza dell'ossigeno indispensabile per altre funzioni vitali del sangue, e vi stabilisce uno stato di equilibrio.

(1) Quando si espone ad una temperatura di 37° a 40° C. il fegato fresco di vitello tagliato in pezzi e ricoverto di acqua, vi si stabilisce, dopo quattro o cinque ore, un mirabile processo di fermentazione: il fegato si copre di una gran quantità di bolle di un gas che in gran parte è composto d'idrogeno; ciascuna bolla venuta su può essere inflammata al di sopra della superficie dell'acqua. Quando l'operazione si fa in un vaso aperto, non si avverte alcun fetore nelle prime ore della fermentazione. Quindi è chiaro che il fegato contiene una sostanza che, in un certo stato di decomposizione, si converte in un fermento abbastanza energico per iscomporre l'acqua ed appropriarsene l'ossigeno.

Il fatto osservato, che pure gli alimenti plastici, per effetto di certi processi chimici come in quello della putrefazione, si decompongono quasi esattamente in ammoniaca ed in acidi grassi (acido butirrico ed acido valerianico), ci fa ammettere come cosa probabile che anche queste materie possano, in talune circostanze, servire alla formazione del grasso nell'organismo animale. Significativa in ogni caso per la formazione dell'adipe nel corpo vivente è la circostanza, che la formazione degli acidi grassi, per es. dell'acido butirrico, da sostanze prive di azoto, non si effettua al di fuori del corpo animale se non sotto la influenza de' fermenti, le cui parti elementari si ritrovino esse medesime in atto di tramutarsi in acido butirrico; e non è del tutto inverosimile che anche nel corpo vivente esiste nella formazione dell'adipe un simile rapporto tra le sostanze plastiche e le materie non azotate.

A pesi eguali la quantità degli elementi combustibili nei varî cibi che concorrono al mantenimento della respirazione è molto ineguale, come rileviamo dal seguente quadretto sinottico.

	Zucc. di uva.	Zucc. di canna.	Amido.	Alcool.
Carbonio	40 , 00	42 , 10	44 , 44	52 , 18
Idrogeno	6 , 66	6 , 43	6 , 17	13 , 04
Ossigeno	53 , 34	51 , 47	49 , 39	34 , 78
	100 , 00	100 , 00	100 , 00	100 , 00

Le proporzioni del carbonio e dell'idrogeno contenuti nei corpi grassi sono ancora molto più grandi; l'olio di uliva, per esempio, contiene 77 per 100, il grasso di porco e quello di montone 79 per 100 di carbonio ed 11 in 12 d'idrogeno; tutte le altre materie grasse hanno una composizione intermedia tra le due sopraccitate composizioni.

Or siccome la facoltà che hanno questi corpi, di sviluppare il calore in virtù della loro combinazione coll'ossigeno, dipende dalla proporzione degli elementi combustibili che essi contengono a pesi eguali; e siccome la quantità dell'ossigeno necessario alla loro combustione cresce a misura che la detta proporzione si aumenta, è facile di calcolare approssimativamente il valore relativo che questi corpi hanno come produttori di calorico, o come alimenti della respirazione. La tavoletta che siegue contiene, disposti per ordine progressivo, i differenti alimenti di tal fatta; i numeri aggiunti ne esprimono le quantità relative necessarie

per trasformare in acqua ed in acido carbonico una quantità determinata di ossigeno; questi numeri indicano approssimativamente le quantità di siffatti alimenti che si debbono consumare per mantenere il corpo alla stessa temperatura, in tempi eguali e ad eguale consumo di ossigeno.

100 Grasso.
240 Amido.
249 Zucchero di canna.
263 » » uva o zucchero di latte.
266 Acquarzente contenente 50 per 100 di alcool.
770 Carne muscolare fresca, senza grasso.

Da questi numeri si rileva, che 1 libbra di grasso produce rispetto alla respirazione lo stesso effetto che 2 libbre e 2/5 di amido, 2 libbre e 1/2 di zucchero di canna, e finalmente 7 libbre e 7/10 di fibra muscolare.

Tra tutti gli alimenti per la respirazione, il grasso ha il primo, mentre la fibra muscolare occupa l'ultimo posto. Calcolando il valore che la fibra muscolare ha per la respirazione si è supposto che la carne muscolare, introdotta come cibo nel corpo, vi si converte in urea, acido carbonico ed acqua. Questa ipotesi non è vera che in parte, poichè nell'urina e nelle segrezioni del canale intestinale escono nelle fecce anche altri composti azotati, che contengono il carbonio in una proporzione molto più grande di quella in cui si ritrova nell'urea. In tutti i casi il carbonio che vien ributtato sotto la forma di una combinazione azotata non ha che una parte ben lieve nella produzione del calore nel corpo animale.

Le sostanze plastiche degli alimenti contengono l'azoto ed il carbonio nella proporzione di 1 a 8 equivalenti. Se l'urina non contenesse che urea, non dovrebbe l'analisi di quella offrire più di 1 equivalente di carbonio per 1 equivalente di azoto; ma nelle sue ricerche fatte sul processo che subiscono gli alimenti nel corpo del cavallo e della vacca, BOUSSINGAULT trovò nell'urina del cavallo l'azoto ed il carbonio nella proporzione di 1:6,6, e nell'urina della vacca nella proporzione di 1:16 (1). (*Ann. de chim. et de phys.* LXXI, p. 122). Gli escrementi (urina e fecce) di un por-

(1) Le analisi eseguite all'uopo su tale oggetto nel laboratorio della Università di Giessen danno per 1 equivalente di azoto gli equivalenti di carbonio che seguono: urina del cavallo 5, urina della vacca 8, e dell'uomo 1,8.

co nutrito con patate, dedotta la fibra legnosa di questi tuberi, contenevano l'azoto ed il carbonio nella proporzione di 1:10. Forse questi fatti ci danno il dritto a conchiudere, che gli elementi combustibili degli alimenti plastici non escono affatto o solo in piccola quantità per la cute e pei polmoni del corpo di taluni animali; e che a questi elementi non si può attribuire che prendessero parte in una maniera positiva alla produzione del calore animale.

LETTERA XXXI.

Nelle due lettere che precedono si è attribuita la proprietà di mantenere i processi della nutrizione e della respirazione a certe sostanze contenute nei semi, nelle radici, nei tuberi, nell'erbe, nelle frutta e nella carne. Sembrerà dunque una contraddizione manifesta che nè il caseo, nè la fibra muscolare, nè l'albumina delle uova, nè quella del sangue, nè le materie vegetali corrispondenti prese isolatamente, sieno capaci di mantenere i processi plastici; e che al contrario, l'amido, lo zucchero ed il grasso mantengano ciascuno da sè la respirazione. Quello poi che maggiormente potrebbe ancora destare le maraviglie si è, che a queste sostanze, qualunque sia la proporzione in cui si ritrovino di esser mischiate tra loro, manca la possibilità di venir digerite senza la cooperazione di certe altre materie, che di per sè sole, cioè, escluse le altre condizioni, sieno affatto incapaci ad effettuare quello di che è mestieri per la durata ed i fenomeni della vita.

Nelle numerose esperienze fatte dai fisiologi e dai chimici, tutti gli animali che erano stati nutriti con queste sostanze, sole o mescolate, morirono dopo un tempo più o meno lungo, con tutti i caratteri che accompagnano la *morte per fame*. Già dopo pochi giorni, la fame più straziante non era valevole ad indurre gli animali, costretti a questo regime, a mangiare i cibi che loro venivano posti avanti, imperocchè l'esperienza fatta e l'istinto, in sulle prime ingannato, gli ammonivano che quella sorta di alimenti

ricevuti nel loro stomaco non sarebbero riusciti più nutritivi di quello che se avessero ingoiate delle ciottole.

Da un altro lato sappiamo dall'esperienza di tutti i secoli, che la carne ed il pane, soli o mischiati insieme, come anche il latte degli animali, mantengono perfettamente la vita senza la cooperazione di nessun'altra sostanza; e da ciò s'inferisce naturalmente, che questi alimenti, non meno che le parti vegetali mangiate dagli erbivori e dai granivori forniscono, nelle debite proporzioni, quelle altre condizioni la cui presenza e cooperazione sono indispensabilmente necessarie nel processo della digestione ed in quello della nutrizione.

Questi mezzi indispensabili pei processi organici mercè cui gli alimenti plastici, come gli alimenti respiratori, acquistarono le proprietà che li rendono atti e convenienti per la conservazione della vita, sono le *parti incombustibili* ovvero i *sali del sangue*.

Le parti incombustibili del sangue di tutti gli animali sono identiche in quanto alla loro natura ed ai loro caratteri. Ad eccezione delle sostanze accidentali e variabili, il sangue contiene, certe quantità di *acido fosforico*, *di alcali* (potassa e soda), di *terre alcaline* (calce, magnesia), di *ferro* (nello stato di ossidazione), e di *sal marino* (cloruro di sodio). Tutte queste materie, prima di diventare parti integranti del sangue, erano parti costituenti dei cibi dell'uomo o del foraggio consumato dagli animali. Se egli è vero che queste sostanze abbiano o abbiano avuto parte condizionale e necessaria nei processi, in virtù dei quali le parti costituenti degli alimenti passano a divenire quelle da cui il corpo si costituisce, chiaro si scorge che qualunque materia in cui mancassero queste sostanze non potrebbe esser valevole a sostentare la vita. Tutte le materie atte alla nutrizione degli uomini e degli animali, le quali posseggono la piena proprietà nutritiva, debbono dunque contenere quelle sostanze nelle proporzioni che sono necessarie alla produzione del sangue; e consegue da ciò, che, noi possiamo far privi gli alimenti della loro qualità sanguificante, sottraendo ad essi questi mediatori della loro potenza.

La chimica analitica fornisce le pruove più rigorose per dimostrare la verità di queste proposizioni: essa ci accerta, infatti, che le patate, i navoni, ed in generale le piante mangiate dagli erbivori, contengono gli stessi elementi incombustibili e quasi nelle stesse proporzioni che il sangue di questi animali.

Nella tavoletta qui appresso, la composizione delle ceneri è

calcolata in parti centesime, dopo però che si è fatta la deduzione del sal marino e del ferro:

Le ceneri del	Sangue di pecora.	Sangue di bue.	di Cavoli bianchi.	di Navoni.	di Patate.
Analizzate da contengono	VERDEIL	STOELZEL	STAMMER	STAMMER	GRIEPENKERL
Acido fosforico	14, 80	14, 043	13, 7	14, 18	16, 83
Alcali	55, 79	59, 97	49, 45	52, 00	55, 44
Terre alcaline	4, 87	3, 64	14, 8	13, 58	6, 74
Acido carbonico	19, 47	18, 85	12, 42	8, 3	12, 00

Le ceneri del sangue dei granivori hanno la stessa composizione delle ceneri dei grani che mangiano; gli elementi incombustibili del sangue dell'uomo e degli animali che si cibano di alimenti misti sono essi medesimi le parti costituenti del pane, della carne e dei legumi. Il carnivoro contiene nel suo sangue gli elementi delle ceneri della carne.

Le ceneri	del sang. di cane [1]	della car. di bue [2]	del sang. di porco.	dei piselli.	del sang. di gallina.	della segala.
Analizzate da contengono	VERDEIL	STOELZEL	STRECKER	WILL e FRESENIUS	HENNEBERG	WILL e FRESENIUS
Acido fosforico	36, 82	42, 03	36, 5	34, 01	47. 26	47, 29
Alcali	55, 24	43, 95	49, 8	45, 52	48, 41	37, 21
Terre alcaline	2, 07	6, 17	3, 8	9, 61	2, 22	11, 60
Silice, Acido solforico	5, 87	7, 85	9, 9	10, 86	2, 11	3, 90

[1] Nutrito di carne. — [2] Nutrito di patate e piselli.

Il sangue di tutti gli animali è invariabilmente di natura alcalina, il che si deve alla presenza di un alcali libero ed incombustibile.

Tutti gli alimenti che soli, come il pane e la carne, o mischiati a dei vegetali, sono valevoli a mantenere il processo della sanguificazione e della nutrizione, contengono acido carbonico, o acido fosforico ed alcali; questi due ultimi vi si ritrovano in proporzioni tali che, se noi ci raffigurassimo questi corpi disciolti in un liquido, continuerebbero gli alcali a predominare in esso.

La indispensabile cooperazione di questi alcali liberi nel formarsi e nelle funzioni del sangue è dimostrata dagli esperimenti fatti dagli accademici Francesi sopraccitati; poichè i cani che nu-

triti di fibrina animale, di caseo (1) e di carne muscolare cotta e dipoi spremuta, morirono di fame, ricevettero in questi alimenti una quantità di alcali, la quale è ben lungi dall'essere bastevole per la formazione del sangue. La carne muscolare spremuta contiene l'acido fosforico e gli alcali in una proporzione tale che, se ci figurassimo entrambi disciolti in un solo liquido, vi predominerebbe l'acido fosforico e non già gli alcali: se questi due principi potessero divenire simultaneamente parti integranti del sangue, questo acquisterebbe una natura acida e non mai alcalina.

Ma se noi ci mettiamo ad esaminare più da vicino quest'ultimo caso, troveremo che una reazione acida del sangue è a dirittura incompatibile con le funzioni che il sangue assume nel processo della nutrizione ed in quello della respirazione. L'alcali libero comunica al sangue moltissime proprietà che sono assai degne della nostra attenzione. È desso che mantiene allo stato liquido le parti essenziali del sangue; l'estrema facilità con cui il sangue scorre per entro i vasi più sottili si deve alla poca permeabilità di che le pareti di questi vasi son fornite in rapporto al liquido alcalino. L'alcali libero del sangue oppone una resistenza al gran numero di cause che in mancanza di esso determinerebbero la coagulazione dell'albumina. Quanto maggiore è la quantità di alcali contenuto nel sangue, tanto più difficilmente l'albumina si coagula, e ciò al segno che trovandosi l'alcali in una data proporzione nell'albumina, questa non si coagula più per effetto del calore. Si è ancora all'alcali che il sangue deve la sua mirabile proprietà di disciogliere gli ossidi di ferro che fanno parte della sua materia colorante, come del pari gli altri ossidi metallici formando di essi dei liquidi perfettamente limpidi.

Una funzione di somma importanza, che l'alcali libero compie nei processi della respirazione e della segrezione, sarà da noi esaminata più minutamente quando parleremo dell'urina.

Considerando che l'acido fosforico non manca mai come parte costituente di qualsisia organo del corpo animale, si potrà formarsi una idea del valore che ha quest'acido nel processo vitale. La sostanza della fibra muscolare, la fibrina del sangue, i tessuti del polmone, del fegato e dei rognoni, contengono una certa quan-

(1) Il formaggio (svizzero) precipitato dal presame di vitello, secondo Johnston, su 45 parti di acido fosforico contiene non più di 13,48 di alcali, e 41 parti di calce e di magnesia.

tità di acido fosforico in combinazione chimica. Le parti incombustibili dei liquidi di cui la carne è penetrata sono identiche in tutti gli animali; esse si compongono di fosfati alcalini, di fosfato di calce e di fosfato di magnesia. Le ossa degli animali vertebrati contengono, come parte combustibile, più della metà del loro peso, di fosfato di calce e di magnesia. La sostanza cerebrale e quella dei nervi contengono acido fosforico accoppiato con una materia grassa e con un acido grasso e combinato in parte con un alcali.

I fosfati che si riportano nella tavoletta che siegue sono calcolati secondo la formola PO_5 2MO. La carne di cavallo proveniva dall'avambraccio di un cavallo magro; essa era perfettamente scevra di sangue, che fu tolto facendo vuotare l'arteria brachiale.

Ceneri di	Acido fosforico libero.	Fosfati alcalini.	Fosfati terrosi.
Carne di cavallo (D.r Weiaber)	2, 62	80, 96	16, 42
Carne di bue liscivata (D.r Keller)	17, 32	48, 06	26, 26
Cervello di bue (D.r Breed)	17, 57	74, 41	9, 02
Rosso di uovo (D.r Polek)	37, 74	27, 25	34, 70

L'acido fosforico contenuto negli organi sopraccitati deriva dal sangue che in tutte le circostanze ne contiene una certa quantità.

Nello stato attuale della scienza non è ancora possibile di metter fuori una opinione positiva sul modo in cui l'acido fosforico coopera ai processi organici, e dobbiamo contentarci di conchiudere sulla necessità di una tale cooperazione sui fenomeni vitali, rilevandola per la costante presenza di questo acido in tutti gli umori ed in tutti gli organi del corpo animale.

Molti fatti però sembrano indicare che l'acido fosforico e i suoi sali acidi terrosi possano formare delle vere combinazioni chimiche coll'albumina e colla sostanza delle membrane, e che quest'ultima debba talune delle sue proprietà, segnatamente la sua insolubilità nell'acqua e nei liquidi alcalini, ad una combinazione di tal fatta. Se, per esempio, si aggiunge con cautela al latte un acido allungato fino a che non vi si osservi più reazione alcalina, e di poi si fa bollire il liquido, vi si effettua una coagulazione come nel bianco di uova. Ma il caseo così precipitato si distingue essenzialmente dal caseo puro per la sua insolubilità che acquista contro i liquidi alcalini; è lo stesso dei caseo precipitato dal latte pel presame. Son queste delle combinazioni del caseo

precipitato con i fosfati terrosi (calce e magnesia); e però considerando la caseina pura come un acido copulato con l'acido fosforico, il caseo insolubile è il sale coagulato di questo acido a base di calce e di magnesia. Quando la colla forte ordinaria si rappiglia in gelatina, il fosfato di calce che vi si trova chimicamente combinato, prende una parte attiva in questo fenomeno. Si sa che sottomettendo ad una ebollizione prolungata le ossa e la pelle degli animali nell'acqua, se ne ottiene una soluzione di colla, la quale raffreddandosi si rappiglia in una gelatina solida; ma quando per qualche tempo la gelatina così disciolta, sola o coll'aggiunta di alcali, si mantiene in ebollizione, essa perde la proprietà di rapprendersi in gelatina, e ciò avviene perchè se ne separa il fosfato di calce.

Noi abbiamo fatto osservare, pagina 233, la maniera particolare con cui la fibrina del sangue si comporta coll'acido muriatico. In questo liquido la fibrina del sangue gonfiandosi si rapprende in guisa di gelatina, e quando vien riscaldata fino al grado di ebollizione, la fibrina vi si discioglie formando un liquido che si può filtrare, ed in cui i reattivi indicano la presenza dell'acido fosforico e della calce. Quando questi due corpi vengono separati dalla parte organica della fibrina, questa diventa solubile nell'acqua fredda non altrimenti che la sostanza della colla. È probabile che la coagulazione, per effetto del calore, dell'albumina delle uova e del siero del sangue andasse dovuta ad una separazione di un alcali ed alla formazione di una nuova combinazione dell'albumina con l'acido fosforico e la calce, insolubile a freddo nell'acqua come pure negli acidi allungati e negli alcali.

Se noi ci figuriamo l'organismo animale come diviso in due parti, troveremo che i processi che in esso si operano sono determinati, in una, dalla cooperazione di una base alcalina che predomina, e nell'altra da un acido libero.

Tutte le parti solide ed organizzate contengono delle basi alcaline e dell'acido fosforico in proporzioni tali, che, supponendo le basi e l'acido combinati insieme, l'acido fosforico si troverà predominante nel composto che si formerebbe.

Il sangue contiene in quantità prevalenti un alcali incombustibile; ma anche la linfa ed il chilo manifestano una reazione alcalina; il che sembra indicare come dall'alcali dipendono non solo talune proprietà del sangue, ma anche la formazione di esso. Il formarsi delle parti organizzate del corpo non potrebbe es-

sere inteso senza il concorso di un eccesso di acido fosforico. Un simile contrasto noi osserviamo anche nell'uovo: il bianco di esso, tra le parti incombustibili che concorrono nella sua composizione, contiene una base alcalina che predomina su di esse; mentre il giallo contiene dell'acido fosforico libero (vedi pag. 355).

Se noi paragoniamo fra loro gli elementi incombustibili del sangue degli erbivori, dei granivori e dei carnivori, osserviamo delle varietà affatto straordinarie fra le proporzioni in cui gli alcali e l'acido fosforico vi sono contenuti.

Il sangue del porco e quello del cane contengono 36, e quello di gallina più di 40 per 100 di acido fosforico; mentre il sangue di bue e quello di pecora non ne contengono più di 11 a 16 per 100 (vedi pag. 353).

Come si conciliano diversità cotanto grandi con le funzioni costanti del sangue? Se gli elementi incombustibili del sangue bovino, nelle proporzioni in cui vi si trovano contenuti, sono indispensabili alle funzioni vitali che si compiono nel corpo del bue, come si spiega che il sangue del porco e quello del cane, non ostante il gran divario nella loro composizione, possa servire nel corpo di questi ultimi alle funzioni stesse come serve in quello dell' anzidetto erbivoro? L'analisi infatti non indica alcuna differenza, relativamente a questi elementi incombustibili, nella composizione degli organi o delle parti del corpo che si ritrovano essere al di fuori dei vasi sanguigni. Mentre le ceneri del sangue di un erbivoro differiscono da quelle del sangue di un carnivoro a tal segno che, analizzandole, facilmente e con certezza possiamo distinguerle pel loro contenuto in acido fosforico, è poi affatto impossibile di poter distinguere, per mezzo dell'analisi chimica degli elementi incombustibili della carne, quali sieno le ceneri che provengono dalla carne di un bue, di un cane e di un porco, ovvero quali sieno le ceneri di un erbivoro o di un carnivoro. Le parti non combustibili contenute nel liquido di cui è impregnata la carne di bue, di pecora, di vitello, di porco, di cane, di martora, di volpe, e dei pesci, contengono sempre l'acido fosforico e gli alcali nelle proporzioni stesse in cui si ritrovano esser contenuti nei pirofosfati. La sostanza solida, non solubile nell'acqua fresca, dei muscoli, del tessuto dei legamenti, quella delle membrane, dei tessuti del polmone e del fegato contiene sempre dell'acido fosforico in eccesso, cosicchè riducendo in cenere quella sostanza si produce costantemente una certa quantità di metafosfati.

E però se le parti di tutti gli organi e tessuti dell'erbivoro, in quanto ai loro elementi incombustibili, presentano la stessa composizione che quelle dei carnivori; se il variare, l'aumentare o il diminuire del contenuto di fosforo nel sangue non accresce nè scema la proporzione in cui quest'acido si ritrova nel liquidi dei muscoli e del tessuti, ec., se ne inferisce di per sè, che una quantità maggiore di acido fosforico nel sangue non abbia alcuna influenza sopra il processo plastico.

Il sangue fornisce a tutte le parti del corpo l'acido fosforico necessario, e perciò deve sempre contenerne una determinata quantità; ma l'acido fosforico non prende parte attiva nel processo plastico nè alle funzioni del sangue, imperocchè le sue proprietà, come acido, vengono interamente annientate dall'alcali che predomina nel sangue.

Nel sangue delle diverse classi di animali noi veggiamo variare due dei loro principî, l'acido fosforico e l'acido carbonico; ma siffatta ineguaglianza nella composizione non esercita alcuna influenza sulla proprietà del sangue che ciò non ostante conserva le sue proprietà alcaline. Nel sangue degli erbivori noi troviamo l'alcali combinato in parte coll'acido carbonico; nel sangue dei carnivori questo acido è sostituito e compensato dall'acido fosforico, senza che ne provenga un cambiamento nelle proprietà e nelle funzioni del sangue.

Le seguenti analisi, fatte dal D.r Verdeil di Losanna, ci fanno vedere che la proporzione dell'acido carbonico cresce a misura che quella dell'acido fosforico diminuisce. Le differenze nella quantità degli alcali non sono in parte che apparenti, poichè tra gli alcali vi sono compresi la potassa e la soda, le quali, come è noto, si sostituiscono l'una con l'altra in pesi molto ineguali. Il sal marino ed il ferro vi sono diffalcati; il complemento delle 100 parti è rappresentato da sostanze accidentali.

Ceneri del sangue	umano	di vitello	di pecora
Acido fosforico	31 , 787	20 , 145	14 , 806
Alcali e terre alcaline	58 , 993	66 , 578	60 , 576
Acido carbonico	3 , 783	9 , 848	19 , 474

I fosfati alcalini si comportano rispetto all'acido carbonico nel modo stesso di un carbonato alcalino neutro, ed è questo uno dei numerosi fatti che riempiono d'indicibile meraviglia l'animo di colui che studia le leggi della natura. Al chimico sembra cosa

mirabile e contraria a tutte le leggi a lui note, che due acidi, uno gassoso e l'altro resistente al fuoco, uno dei più deboli e l'altro dei più energici, che due acidi, cioè, i più lontani di tutti tra loro in quanto alla composizione, abbiano la facoltà di poter effettuare con le parti costituenti alcaline del sangue combinazioni che hanno uno stesso carattere chimico. Il fosfato di soda ha lo stesso sapore e la stessa reazione alcalina che il carbonato alcalino; la soluzione di quello, messa a contatto dell'acido carbonico libero, ne assorbe altrettanto che la soluzione di questo; e del pari, ma solo con maggior facilità, essa perde l'acido carbonico assorbito, quando viene agitata con l'aria introdotta nel vuoto, ovvero esposta all'evaporazione, senza che perdesse tuttavia il suo potere di assorbire in altre circostanze l'acido carbonico.

E però se il sangue effettua talune sue funzioni in virtù dei suoi caratteri chimici, cioè in virtù della sua natura alcalina, si scorge chiaramente da quanto precede, che qualora l'acido carbonico del carbonato alcalino vien sostituito dall'acido fosforico del fosfato alcalino e viceversa, ciò non deve avere alcuna influenza sulle funzioni del sangue, imperocchè per siffatta sostituzione le sue proprietà chimiche non vengono alterate in guis'alcuna.

Il sangue è il terreno su cui tutte le parti del corpo vivente di qualsisia animale si sviluppano e ripartiscono in modo uniforme e colla stessa maniera di composizione; ma esso è nel medesimo tempo anche la sorgente del calore animale, ed i suoi canali sono le vie per le quali le sostanze non servienti ai processi vitali, come pure quelle che consumate in questi stessi processi (i prodotti della trasformazione della materia) si versavano negli apparecchi della segrezione, vengono così rimossi dal corpo.

Perchè potesse adempiere a queste operazioni, il sangue, deve in sè riunire tutte le condizioni a ciò necessarie: esso ha bisogno di parti combustibili in cui è contenuta quella materia che dovrà trasformarsi in altrettanti sostegni dell'attività vitale o servire alla produzione del calore, e di parti incombustibili che sono gl'indispensabili sostegni delle sue proprietà che ne derivano. Nel processo plastico noi vediamo tra gli acidi minerali il solo acido fosforico assumere una funzione determinata, mentre il processo della sanguificazione, della produzione del calore e quello della segrezione si ritrovano sotto la influenza chimica di un alcali che vi predomina.

L'acido fosforico e l'acido carbonico potendo in parte sosti-

tuirsi reciprocamente nel sangue, senza alterarne le proprietà, ci forniscono il mezzo di spiegare perchè nel corpo dell'uomo, che si ciba alternativamente di vegetali e di carne, non si osserva, nelle circostanze ordinarie, alcun sensibile cambiamento nelle funzioni normali della vita, non ostante che siffatto alternare dei cibi effettuasse, rispetto ai princìpi incombustibili, una positiva differenza nella composizione del sangue.

Or, conoscendo la composizione delle ceneri degli alimenti, si potrà con somma facilità determinare a priori la natura del sangue, poichè si sa che le ceneri del sangue derivano dagli alimenti, e che le parti costituenti di questi sono identiche a quelle del sangue.

Se gli alimenti consistono in pane e in carne le cui ceneri contengono solamente dei fosfati, senza carbonati, allora il sangue non contiene che fosfati. Se a'detti alimenti si aggiungono patate o legumi verdi, il sangue riceve una certa quantità di carbonati alcalini. Infine, se al pane o alla carne si sostituiscono interamente frutta, radici o legumi verdi, il sangue umano acquista la natura e la composizione del sangue bovino o pecorino.

Ancorchè lo scambio reciproco dell'acido carbonico e dell'acido fosforico che, alternando cibi vegetali con cibi animali, si opera nel sangue, non sembri esercitare un'influenza sensibile sul processo della sanguificazione, della nutrizione e della produzione del calore, ciò non pertanto siffatto scambio modifica positivamente, in quanto alla forma, il processo della segrezione.

Egli è chiaro che, allo stato normale della salute, nel quale il peso del corpo umano o del corpo dell'animale non varia, gli alcali, le terre alcaline, l'acido fosforico e l'ossido di ferro, contenuti negli alimenti introdotti, non si accumulano nel corpo, ma ne vengono giornalmente evacuati in quantità eguali a quelle in cui vi furono introdotti negli alimenti.

Noi sappiamo con ogni certezza che siffatta evacuazione si effettua per mezzo di due organi di segrezione: pei rognoni cioè, e pel canale intestinale.

Il peso delle ceneri dell'urina e delle fecce di un uomo sano è eguale al peso delle parti non combustibili degli alimenti; sol quando il corpo aumenta il suo peso per un accrescimento degli organi, rimangono in questi ultimi certe quantità di fosfati che fanno parte della composizione dei medesimi.

La conoscenza dei princìpi incombustibili contenuti negli ali-

menti consumati dall'uomo o dagli animali, allo stato di salute, ci mette in grado di dedurre dagli stessi, con una certezza matematica, la composizione dell'urina e delle fecce, di poter predire quale sarà la reazione dell'urina, e d'indicare a priori le proporzioni in cui i suddetti principi sono contenuti nell'urina e nelle fecce.

Le parti costituenti non combustibili del pane, della carne, dei grani, delle radici, dei tuberi, delle erbe e delle frutta, sono della stessa natura e composizione in tutti questi alimenti, ma esse vi si ritrovano in proporzioni assai disparate; però si distinguono facilmente le une dalle altre per le loro proprietà.

Gli alcali (potassa e soda), sia soli, sia combinati coll'acido fosforico, coll'acido solforico o coll'acido carbonico, si disciolgono facilmente nell'acqua.

Le terre alcaline (calce e magnesia), combinate allo stato di sale neutro coll'acido fosforico e coll'acido carbonico, non sono solubili nell'acqua.

I *carbonati alcalini delle terre*, al contrario, si disciolgono nell'acqua che contiene dell'*acido carbonico libero*; i *fosfati terrosi* si disciolgono nell'acqua che contiene dell'*acido fosforico libero* o pure un altro acido, sia minerale sia organico.

Le anzidette materie non mancano giammai di formar parte delle ceneri dei cibi dell'uomo o degli alimenti degli animali. L'*acido fosforico*, gli *alcali* e le *terre alcaline* (come anche l'*ossido di ferro*, e nel foraggio la *silice*) vi esistono come tali, prima della combustione; l'acido carbonico e l'acido solforico sono i prodotti della combustione del carbonio e del solfo. Se noi ci figuriamo queste ceneri poste in contatto coll'acqua, avrà luogo una divisione delle parti che le compongono, disciogliendosi quelle solubili nell'acqua e rimanendovi le altre non solubili come residuo.

Se le ceneri contengono dell'acido fosforico e dell'acido solforico (come pure l'acido silicico) in proporzione tale che questi acidi bastino insieme a neutralizzare gli alcali e le terre alcaline delle stesse ceneri, otterremo:

disciolti nell'acqua:		nel residuo (non disciolti):	
Acido fosforico Acido solforico	Potassa. Soda.	Acido fosforico Acido silicico	Calce. Magnesia. Ossido di ferro.

Se le terre alcaline presenti nelle ceneri bastano a neutralizzare tutto l'acido fosforico contenutovi, e però mancandovi la

quantità di acido fosforico necessaria a poter effettuare una combinazione cogli alcali, tutto l'acido fosforico rimane nel residuo, ed in questo caso si ha:

Disciolti nell'acqua:		Nel residuo:	
Acido carbonico	Potassa.	Acido fosforico	Calce.
Acido solforico	Soda.	Acido carbonico	Magnesia.
		Silice	Ossido di ferro.

Nel corpo vivente gli alimenti provano la stessa trasformazione come se si bruciassero in un fornello, e vi si opera, quanto agli elementi non combustibili, una divisione perfettamente simile a quella testè indicata.

Le parti costituenti dei cibi dell'uomo e dei foraggi degli animali, sieno combustibili o no, purchè si disciolgano nell'acqua, nei liqnidi alcalini e nei liquidi leggermente acidi, diventano solubili nel processo della digestione e sono così ricevute nella circolazione del sangue. Per effetto dell'ossigeno introdotto dalla respirazione nell'organismo le parti combustibili vi rimangono in ultima forma abbruciate. Le parti non azotate vi si convertono in acqna ed in *acido carbonico*, e le parti plastiche in *acido urico*, *acido ippurico*, urea; e lo zolfo di qneste ultime in *acido solforico*.

Quando i sopraccitati prodotti della combustione organica e le parti costituenti delle ceneri degli alimenti non sono più atti ad essere ulteriormente impiegati per lo scopo vitale, allora vengono espulsi dall'organismo per mezzo degli apparecchi della segrezione, dai rognoni e dal tubo intestinale. Nell'urina si evacuano le parti solnbili delle ceneri degli alimenti, e nelle fecce le parti di esse che non si disciolgono.

Gli alcali, come anche quei prodotti della trasformazione della materia che formano con essi delle combinazioni solubili, son contenuti nell'nrina, gli altri nelle fecce.

Se gli alimenti consistevano in pane ed in carne che nelle loro ceneri non lasciano che fosfati, l'urina contiene gli alcali sotto la forma di fosfati alcalini.

Se gli alimenti consistevano di radici, di legumi e di frutta che nelle loro ceneri non contengono, come sali solubili, che carbonati alcalini, l'urina contiene carbonati alcalini.

I prodotti del processo di combustione organica che si sono formati nel corpo, come l'acido fosforico, l'acido urico, l'acido ippurico, hanno una grande affinità per gli alcali; se noi aggiungiamo questi acidi ad una soluzione di fosfato di soda (PO_5 2MO)

o di carbonato alcalino, essi si dividono nell'alcali coll'acido carbonico e con l'acido fosforico; appropriandosi una parte della base dei sali di questi acidi, ne vien posta in libertà una certa quantità di acido fosforico o di acido carbonico.

Lo stesso appunto avviene nella secrezione dell'urina dal sangue. Gli alcali contengono in chimica combinazione tutti gli acidi che o si ritrovano o vengono ingenerati nel sangue.

L'urina degli uomini e quella degli animali contengono sempre un acido libero o un sale acido.

Nella secrezione dell'urina, il fosfato alcalino, incontrando l'acido solforico, l'acido ippurico, l'acido urico, perde una parte del suo alcali, ed una parte corrispondente di acido fosforico che vi era combinata diventa libera; come pure il solfato, che sulle prime aveva una reazione alcalina, diventa un sale neutro, ovvero acquista una reazione acida. Ove le parti solubili delle ceneri del foraggio si componessero di carbonati alcalini, questi, combinandosi coll'acido carbonico libero del sangue, escono nell'urina sotto la forma di carbonati alcalini acidi.

Ora siccome un liquido reso acido dall'acido fosforico (o da un acido non volatile) possiede la proprietà di sciogliere il fosfato di calce o di magnesia; e siccome un liquido reso acido dall'acido carbonico presenta un simile potere dissolvente pel carbonato di calce o per quello di magnesia, l'urina acidificata dall'acido fosforico deve quindi sempre contenere in soluzione dei fosfati terrosi, come l'urina acidificata dall'acido carbonico sempre dei carbonati terrosi.

Quando gli alimenti sono: Carne, pane, piselli, fagioli, lenticchie, l'urina contiene:	Quando gli alimenti sono: Vegetali, fieno, trifoglio, navoni, patate, ec., l'urina contiene:
Acido fosforico libero	Acido fosforico libero
Fosfato { di calce, di magnesia	Carbonato { di calce, di magnesia
Fosfati, Solfati, Urati, Ippurati } alcalini	Carbonati, Solfati, Ippurati } alcalini
	Reazione acida passaggiera.
Reazione *acida* persistente.	Reazione *alcalina* persistente.
L'urina acida contiene (ordinariamente) acido urico.	L'urina alcalina non contiene nè *acido fosforico*, nè *acido ippurico*.

Da queste ricerche apparisce chiaro, che la natura acida, alcalina o neutra dell'urina degli uomini o degli animali sani, e la presenza dell'acido fosforico e dell'acido urico, dei fosfati e dei carbonati alcalini nell'urina, dipendono, risalendo alla loro sorgente, dalla natura e composizione delle parti di cui si costituiscono le ceneri degli alimenti.

L'urina di un porco nutrito di patate è alcalina, ma diventa acida tosto che l'animale riceve nei suoi alimenti grano o piselli. In modo simile l'urina degli uomini perde la sua ordinaria reazione acida e diventa neutra o alcalina quando l'uomo al suo cibo aggiunge date proporzioni di frutta succose, ciliege, mele, patate, radici e legumi verdi.

I sali dell'urina vengono segregati dal sangue per mezzo dei rognoni; e però prima che siffatta secrezione si fosse effettuata, essi erano parti costituenti del sangue.

L'analisi chimica dell'urina ci somministra i mezzi a poter comparare le sue parti costituenti non combustibili con quelle stesse del sangue, e noi osserviamo infatti che, rispetto alla quantità dei sali a base alcalina e solubili nell'acqua, si trova appena qualche differenza tra i due liquidi.

Analisi dell'urina umana, deduzione fatta del sal marino:

eseguite	Acido fosforico	Alcali	Terre alcaline	Acido solforico, silice
dal D.r Fleitman in Berlino	34 , 03	48 , 03	9 , 02	8 , 92
da Porter in Giessen	34 , 24	47 , 76 (1)	7 , 62	12 , 38

Ora riducendo in cenere il sangue e la urina di uno stesso individuo sano e dipoi lisciviando le ceneri con acqua, non si distinguono più, per la loro natura, i sali del sangue disciolti nell'acqua da quelli dell'urina, e vi ha somma probabilità che anche rispetto alle loro quantità relative esiste tra essi un rapporto costante.

E però quanto si è detto ci fa con molto fondamento sperare, che per lo avvenire saremo in grado, la mercè di una semplicissima operazione chimica, di pervenire a conchiudere a posteriori, dalla conoscenza dell'urina, qual sia la natura e composizione del sangue. Pochi esperimenti comparativi sull'urina e sul sangue, nelle varie malattie, somministreranno al medico mezzi di

(1) Compresevi 4,06 di soda, calcolate come potassa.

diagnosi preziosissimi per la sicurezza delle loro indicazioni, nel fine di potere escogitare le alterazioni che per le malattie avvengono nella composizione del sangue; e valutando la influenza che esse hanno sulle funzioni del sangue, determinare quella che le medesime esercitano sui processi vitali i più importanti.

Non si richiedono molte conoscenze chimiche per comprendere che il ritrovamento della legge, mercè cui le funzioni e la composizione del sangue sono subordinate alla natura e alla quantità degli elementi incombustibili che in esso si trovano, formi la prima pietra sulla quale il fondamento della medicina e della fisiologia debbono poggiare. Sarebbe dunque assurdo il solo pensiero di una medicina razionale prima di aver ben posta questa pietra su cui riposa la risoluzione di tutti i problemi dell'economia animale. Il chimico ritiene per fermo che l'essenza alcalina del sangue è una delle prime e delle più importanti condizioni del processo della combustione organica, della sorgente del calore e della trasformazione della materia.

Moltissimi composti organici, quando o si trovano in presenza o vengono posti in contatto con un alcali libero, acquistano la facoltà di poter combinarsi coll'ossigeno (di bruciare); facoltà che di per sè soli, o alla temperatura ordinaria o a quella del corpo animale non possedevano affatto (Chevreul). Questa influenza degli alcali si rende visibile particolarmente in quelle materie che sono colorate e che in tali circostanze si scolorano o nelle materie senza colore che si colorano in atto che si distruggono. Il carminio (ch'è la materia colorante più persistente che noi conosciamo) la materia colorante del legno Campeggio e del legno del Brasile, la *materia colorante del sangue*, si disciolgono in un ranno di potassa e si conservano per mesi interi senza alterarsi; ma nel momento stesso in cui si faccia accedere aria o ossigeno ad un mescuglio di tal fatta, il gas vien rapidamente assorbito, e la materia colorante distrutta (Chevreul).

La soluzione incolore dell'acido pirogallico e dell'acido gallico che si trova nella detta soluzione alcalina si colora in rosso carico al contatto coll'ossigeno (vedi pag. 307), e si distrugge dopo pochi minuti: lo stesso alcool si ossida alla temperatura ordinaria, quando contiene un alcali libero, e si colorisce in bruno.

Lo zucchero di latte e lo zucchero di uva, in presenza di una base alcalina, tolgono l'ossigeno agli stessi ossidi metallici, quando con questi vengono leggermente riscaldati (v. pag. 329).

Un effetto simile operano gli alcali nel sangue; essi facilitano ed accrescono la combustibilità degli alimenti della respirazione.

Siffatta influenza degli alcali si fa evidentissima pel modo in cui si comportano i sali degli acidi organici nella circolazione del sangue. Già da lungo tempo si era osservato che quando si mangiano delle frutta succose, come ciliegie, fragole, mele, ec., l'urina diviene alcalina. Tutte queste frutta, come anche i succhi delle radici, dei tuberi e delle erbe contengono questi alcali combinati con acidi vegetali allo stato di sali, ordinariamente a quello di malati (in tutte le frutta a granelle, nelle ananas), di citrati (nelle frutta a nocciuoli, nelle ribes, nelle patate), di tartrati (nelle uve). Ora dalle ricerche di Gilberto Blane e Wöhler si ricava che i singoli anzidetti sali si comportano esattamente come i sali contenuti nelle diverse parti delle piante sopraccitate: introdotti per la bocca (o per mezzo di un clistere), il citrato, il tartrato, il malato, e l'acetato di potassa, riappariscono nell'urina come carbonato di potassa.

Introdotti nel sangue, sotto forma di sali acidi o di sali neutri, gli acidi di questi sali vi si abbruciano non meno compiutamente che in un apparecchio di combustione il più perfetto. I carbonati alcalini, che predominano nell'urina degli erbivori, derivano dalla stessa sorgente; essi traggono la loro origine dai sali vegetali a base alcalina contenuti negli alimenti.

È anche mercè il contatto di un alcali che l'acido urico vien distrutto nell'organismo. Nell'urina de'conigli, ai quali si erano somministrati proporzionatamente forti dosi di acido urico, sotto forma di urato di potassa (grammi 2 a 2 1/2), non si rinveniva più acido urico: quest'acido si era trasformato in acido ossalico ed urea, la quantità della quale era almeno quintupla della quantità che per ordinario era contenuta nell'urina (Frerichs). Ma l'urea, come è noto, corrisponde all'acido carbonico; dessa è acido carbonico in cui la metà dell'ossigeno è rimpiazzata e rappresentata dal suo equivalente di amidogeno (NH_2).

La cagione della estrema combustibilità di tutte queste sostanze va manifestamente dovuta alla natura alcalina del sangue, come lo provano i fatti più semplici.

Gli erbivori consumano nei loro alimenti una quantità di acidi liberi, che vengono distrutti nella circolazione del sangue e spariscono come gli acidi combinati con basi alcaline; nel loro organismo, non altrimenti che in quello dei carnivori, si produce con

moltissima probabilità acido urico, come prodotto di una imperfetta combustione delle sostanze plastiche consumate nella trasformazione della materia; ma allo stato normale di salute de' detti animali questo acido urico non apparisce giammai nella loro urina ricca di alcali libero.

Noi ci diamo ragione di questo fenomeno in modo soddisfacente, per la presenza del carbonato alcalino nel loro sangue.

Gli acidi vegetali introducendosi nel sangue, ovvero l'acido urico che si genera nel corpo stesso dell'animale, scompongono i carbonati alcalini nel sangue, formandovi dei sali neutri che dall'ossigeno in presenza vengono distrutti con la stessa rapidità che vi si formano. L'acido carbonico diventa libero, e scappa fuori pei polmoni.

Gli stessi acidi organici che sotto forma di sali, cioè *accompagnati da basi alcaline*, spariscono anche prontamente nel sangue dell'uomo; questi stessi acidi riappariscono nella maggior parte inalterati nell'urina, qualora essi *senza questi alcali*, la mercè dei cibi, erano stati introdotti nello stomaco; anche i più combustibili tra essi, come l'acido tartarico e l'acido gallico, diventano in queste circostanze incombustibili nel sangue dell'uomo. L'acido gallico che nei cibi si era intromesso nello stomaco, si conosce molto facilmente nell'urina per la proprietà che esso ha di formare coi sali di ferro un liquido nero come l'inchiostro. La causa di questa incombustibilità è la mancanza dell'*alcali libero che determina l'effetto dell'ossigeno.*

Il sangue dell'uomo (e quello del cane con cui un gran numero di questi esperimenti furono fatti) non contiene dei carbonati ma bensì dei fosfati alcalini.

Ora è certissimo che i sali vegetali neutri non alterano la natura alcalina di questo sangue, mentre gli acidi liberi, intromettendosi nel sangue, s'impadroniscono di una parte dell'alcali, ciò che necessariamente ha per effetto che una quantità corrispondente di acido fosforico che vi era combinata vien resa libera. Ma questo acido fosforico, non essendo gassoso e perciò non potendosi espirare come l'acido carbonico, abbandona il suo luogo nel sangue solo quando una causa qualunque a ciò lo costringe. Noi dobbiamo immaginarci che quella parte del sangue alla quale gli acidi pervengono abbia perfettamente perduta la sua natura alcalina, e che anzi abbia assunta, comecchè in modo passaggiero, una reazione acida (reazione che la funzione dei reni neutralizza di nuovo); e che in seguito di questo stato del sangue gli anzidetti acidi o una parte di essi ab-

biano nella circolazione perduta la loro variabilità e la loro combustibilità. E però se il sangue, dopo di aver ricevuto l'acido gallico libero, fosse rimasto alcalino, questo stesso acido sarebbe stato distrutto, perchè la presenza di un alcali libero e quella dell'ossigeno sono del tutto incompatibili con la esistenza dell'acido gallico.

Le proprietà particolari che il sangue dell'uomo e degli animali carnivori deve alla proporzione preponderante del suo acido fosforico, si vedono con molta precisione e chiarezza nel processo della secrezione. L'acido fosforico oppone alla chimica azione dell'alcali con cui si trova combinato una certa resistenza che manca nel sangue dell'animale erbivoro. La presenza dell'acido fosforico nel sangue dei carnivori sta nel più stretto rapporto con la persistenza della natura acida dell'urina e colla secrezione dell'acido urico, mentre lo sparire dell'acido urico dall'urina degli erbivori serba il medesimo rapporto colla natura alcalina che predomina nel loro sangue.

La quantità di acido carbonico libero contenuto nell'urina degli erbivori è determinata in gran parte dall'affinità del carbonato alcalino per l'acido carbonico; la secrezione degli acidi liberi nell'urina degli animali carnivori e granivori, al contrario, è manifestamente una indispensabile condizione pel conservarsi della natura alcalina del loro sangue.

Supponiamo che per un perturbamento, anche passaggiero, nelle funzioni dei reni, la secrezione di questi acidi venga soppressa, o che per una trasmutazione anormale più rapida dei tessuti (infiammazione, febbre) sia posto in libertà l'acido fosforico in esse contenuto e venga fissato dal sangue, dovrà necessariamente il cambiamento avvenuto nell'alcalinità del sangue manifestarsi immediatamente per una secrezione più copiosa di acido urico e per un cambiamento nel processo della respirazione.

Queste riflessioni ci spiegano gli effetti, spesso maravigliosi, conseguiti da medici nella guarigione di molte malattie, la mercè di un adatto regime e di una scelta dei cibi fatta con cognizione ed avvertenza, dell'uso di acque minerali, di vegetali, del siero, ec.

Quando, nell'alimentazione ordinaria, la carne ed il pane vengono rimpiazzati da un regime di vegetali ricchi di succo, o da frutta diverse, resta certamente modificata la composizione chimica del sangue; ma siffatta modificazione non poggia in alcuna maniera sopra un'alterazione delle sue parti organiche ovvero combustibili. E però la fibrina e l'albumina del sangue di bue non differiscono in mo-

do alcuno, per la loro chimica composizione, dalla fibrina e dall'albumina di un animale carnivoro o granivoro. La composizione prodotta dal cangiamento di regime si estende però *nelle parti incombustibili* del sangue, che così vengono a soffrire un'alterazione; imperocchè l'acido fosforico o il fosfato alcalino, che in molte malattie (come nelle tifoidee ed infiammatorie) esercitano una influenza cotanto perturbatrice, vengono ad essere sostituiti dal carbonato alcalino.

Non vi ha al certo altro fatto che più chiaramente rendesse nota la funzione del canale intestinale, come organo della secrezione, di quello che ci si presenta nella mancanza del ferro nell'urina in generale e dei fosfati nell'urina degli erbivori.

Ben si comprende come nell'urina non può essere contenuta alcuna sostanza che fosse insolubile in questo liquido, e che il fosfato di calce ed il fosfato di magnesia mancano nell'urina del cavallo ed in quella della vacca perchè un liquido così carico di carbonati alcalini e di carbonati terrosi non può avere alcun potere dissolvente sui fosfati terrosi. Infatti una soluzione di carbonato di calce nell'acqua che contiene acido carbonico, se viene allungata con acqua di fonte al segno che il carbonato di potassa o di soda non vi produca più alcun precipitato, ha immediatamente una torbidezza persistente di fosfato di calce quando vi si aggiunge una quantità benchè minima di fosfato di soda.

Noi non troviamo acido fosforico nell'urina del cavallo nè in quella della vacca, non ostante che entrambi questi animali giornalmente consumino nel loro foraggio una gran quantità di acido fosforico sotto la forma di fosfati alcalini solubili, che in seguito vengono assimilati dal sangue.

Ecco ciò che si ha dall'analisi dell'urina (dedotto il sal marino) e dall'analisi delle fecce.

Urina di analizzate da	Cavallo, Arzbaecher.	Vacca	Fecce di	Cavallo, Buchner.	Vacca.
Potassa	28 , 97	56 , 74		9 , 33	17 , 15
Soda		1 , 31		0 , 61	6 , 30
Acido carbonico	27 , 28	31 , 04			
Calce	27 , 75	1 , 74		5 , 22	7 , 31
Magnesia	4 , 22	4 , 09		2 , 03	4 , 50
Ossido di ferro	0 , 79	0 , 31		2 , 03	3 , 34
Acido solforico	6 , 48	4 , 63		3 , 92	3 , 23
Silice				59 , 96	41 , 00
Acido fosforico				7 , 92	17 , 05
	100 , 00	100 , 00		100 , 00	100 , 00

Si sono analizzati anche i foraggi. Il cavallo riceveva quotidianamente, nel medio, libbre 3 1/2 di avena (=1,96 rot.), 4 libbre di pane di segala (=2,24 rot.), 10 libbre di fieno (=5,61 rot.), 5 libbre di paglia di frumento (=2,80 rot.); la vacca circa 52 libbre di residui di patate distillate (=29,17 rot.), 12 libbre di paglia di segala (=6,73 rot.), 2 libbre di fieno (=1,12 rot.), 1 libbra di paglia di avena (=0,56 rot.), 1 libbra di paglia di orzo (=0,56 rot.), 12 libbre di barbabietole (=6,73 rot.). Nell'analisi delle ceneri del residuo di patate distillate, dell'avena e del fieno, il signor Porter ottenne il risultato seguente:

	Fieno	Avena	Residui di patate distill.	Parti solubili nell'acqua.
Potassa	20 , 09	12 , 94	39 , 52	54 , 18
Soda	10 , 84	2 , 02	4 , 47	6 , 17
Acido fosforico	17 , 35	15 , 43	16 , 78	11 , 99
Calce	8 , 24	3 , 00	5 , 19	11 , 99
Magnesia	4 , 00	7 , 08	7 , 33	
Ossido di ferro	1 , 62	0 , 60	1 , 50	
Acido solforico	2 , 10	0 , 49	6 , 10	8 , 72
Sal marino	5 , 09		4 , 00	5 , 91
Silice	30 , 00	53 , 97	2 , 84	12 , 12
Acido carbonico	0 , 67		12 , 27	
	100 , 00	100 , 00	100 , 00	100 , 00

La precedente analisi dell'urina, delle fecce e degli alimenti del cavallo e della vacca, dimostrano che tutto l'acido fosforico contenuto nei loro alimenti si ritrova nelle fecce sotto forma di fosfato di calce e di fosfato di magnesia (PO_5 2MO). Tutto l'acido fosforico, divenuto libero in seguito della trasformazione della materia e che non può uscire pei reni a causa della chimica natura dell'urina, dovrà dunque per necessità passare direttamente dal sangue nel canale intestinale; per conseguenza, una parte di questo canale, come organo di secrezione, fa le funzioni dei reni. Sotto il punto di vista anatomico e chimico non è facil cosa il rendersi chiaramente ragione di cosiffatto processo di secrezione, dell'esistenza del quale nelle malattie (come p. es. nella diarrea) abbiamo le più convincenti pruove; ma la difficoltà che il naturalista incontra nella spiegazione di un fatto non distrugge per lui il fatto osservato.

Oltre gli elementi incombustibili di che abbiamo già detto, il

sangue dell'uomo e degli animali contiene una certa quantità di *sal marino* e di *ferro*. La quantità di sal marino supera ordinariamente la metà del peso degli altri principi minerali presi insieme.

La diversità degli alimenti non esercita alcuna sensibile influenza sulla quantità del sal marino contenuto nel sangue. Il sangue di un cane, nutrito per 18 giorni con carne, conteneva la stessa quantità di sal marino che conteneva dopo di essere stato per 20 giorni nutrito di pane. La quantità di sal marino contenuto nel sangue umano, in quello di pecora, di porco, di bue, di vitello, arriva a 50 e fino a 60 per 100 del peso totale delle ceneri. Le differenze tra le quantità di sal marino che si osservano nelle diverse analisi sono in parte dovute alla difficoltà con cui nell'incenerirsi del sangue si evita la volatizzazione di quello; ma anche la quantità ineguale che n'è contenuta in 100 parti del sangue de' diversi animali è determinata dalla quantità in cui gli altri principi minerali, come l'acido fosforico e l'acido carbonico, vi si ritrovano.

Questa grande quantità di sal marino contenuto nel sangue merita di essere notata, e la questione sulla sua necessità per le funzioni vitali è abbastanza importante perchè ce ne occupassimo.

Non fa mestieri che si rammenti come tutto il sal marino contenuto nel sangue derivi dagli alimenti. Ma comparando le parti costituenti delle ceneri degli alimenti vegetali della vacca, del cavallo e di altri erbivori, con quelle delle ceneri del sangue di questi medesimi animali, noi troveremo tra esse una differenza che sorprende. La quantità di sal marino contenuta nel sangue è molto (spesso dieci volte) più grande di quella che ne contengono i loro alimenti. Paragonando inoltre gli elementi delle ceneri dell'urina con quelli delle ceneri del sangue, troveremo ancora la quantità di sal marino contenuta nelle ceneri dell'urina essere sempre minore di quella che si trova contenuta nel sangue, e corrispondere alla quantità di sal marino negli alimenti. Queste proporzioni sembrano indicare che nel sistema dei vasi sanguigni agisce una causa la quale (poichè la quantità di sal marino contenuta nel sangue non supera mai un dato limite) si oppone tanto ad un incremento quanto ad un minoramento di siffatta quantità, che cioè il sale marino non costituisce un principio casuale ma bensì costante del sangue, e che vi si trova in una proporzione fino ad un certo punto invariabile.

Tra gli alimenti che si ricevono dal regno vegetale, i semi

contengono la minor quantità di sal marino; tra le piante del nostro continente I legumi e l'erba dei prati (sopra tutto il *Lolium perenne*) ne contengono di più.

Tutto il valore e l'importanza che il sal marino ha pel processo vitale non è facile a definire con quella certezza con la quale nol determiniamo l'azione dell'acido fosforico e della calce, di cui l'assoluta necessità circa il processo plastico è ben evidente da che questi due acidi entrano nella composizione di tutti i tessuti organici. Il sale marino serve nell'organismo come intermezzo nelle funzioni più generali, senza che esso con gli elementi suoi partecipasse al processo plastico; e non vi ha parte di qualsisia organo che contenesse del cloro in chimica combinazione, mentre nel corpo animale non vi ha liquido veruno in cui il cloro mancasse di farne parte. Noi rinveniamo gli elementi del sal marino, comechè isolati, nelle varie parti degli animali che come quelli del Continente non ricevono negli alimenti fuorchè sali di potassa, nè altri composti di cloro o di sodio, se non il sal marino. Nel liquido della carne di cui è impregnato tutto il sistema muscolare si trova una quantità copiosa di cloro, combinato però non col sodio ma col potassio; questo cloro deriva dal sal marino. Nella secrezione del fegato, nella bile degli animali terrestri, noi troviamo una preponderante quantità di soda, il cui sodio fu introdotto nello stomaco sotto forma di sal marino contenuto negli alimenti. Nel sangue del cavallo, della vacca, ed in generale in quello degli erbivori, la quantità del carbonato di soda è doppia ed anche tripla di quella della potassa che vi è contenuta, e ciò a malgrado che le ceneri dei loro alimenti non contenessero traccia veruna di carbonato di soda. La costanza di queste proporzioni è il segno certo che le proprietà del sodio o della soda sono valevoli più di tutte le altre a favorire i processi che hanno luogo nel sangue e nel sistema dei vasi sanguigni, e che anche il potassio o i sali di potassa producono lo stesso effetto nel sistema muscolare, senza che questi due alcali, per quanto somiglianti essi siano nelle altre loro proprietà, possano sempre sostituirsi a vicenda in quanto a tutti i fini pei quali essi servono. Nel sangue dell'uomo e dei granivori il fosfato di potassa è sempre accompagnato dal sal marino; ma però noi sappiamo che questi due sali non possono coesistere senza decomporsi scambievolmente in cloruro di potassio ed in fosfato di soda, il quale ultimo per le sue proprietà chimiche si avvicina di molto al carbonato della stessa base. Quando si

mischia una soluzione modicamente concentrata di fosfato di potassa con una soluzione di sal marino, abbandonando al riposo ed al freddo il mescuglio così preparato, vi si depongono bentosto dei be' cristalli di fosfato di soda.

Se inoltre si consideri come l'acido che spesso si contiene nel succo gastrico, e che prende parte attiva nella digestione, è acido muriatico libero che proviene dal sal marino, non si potrà negare che tutti questi fatti sieno altrettante pruove della importanza di questo sale nelle funzioni vitali e della necessità che esso venga così aggiunto ai cibi dell'uomo, come a quelli degli animali.

L'effetto che l'acido muriatico libero produce sulle parti plastiche degli alimenti merita la nostra attenzione. Il glutine dei cereali e la fibrina della carne, per esempio, si sciolgono con facilità e prontamente, alla temperatura del corpo umano, in un'acqua leggermente acidulata con acido muriatico; questa solubilità invece di crescere si diminuisce quando noi aggiungiamo al liquido una quantità maggiore del detto acido; e noi possiamo in questo modo precipitare di bel nuovo tutta la materia disciolta, trattando il liquido con acido muriatico alquanto concentrato. Una soluzione di sal marino agisce pure nella stessa guisa che l'acido muriatico concentrato. La stessa acqua che, per l'aggiunzione di 1/1000 di acido muriatico, diventa un potente mezzo di soluzione per gli anzidetti elementi plastici, perde il suo potere dissolvente allorchè contiene un poco più del 3 per 100 di sal marino; di tal che per mezzo di una soluzione di quest'ultimo si può di bel nuovo segregare da una soluzione acida di glutine o di fibrina tutta la quantità di uno di questi corpi che vi si trovi disciolto: le antiche esperienze, fatte da Prout e da L. Gmelin a questo proposito, vennero di recente riconfermate in molti casi da quelle instituite dal dottore Schmidt in Dorpat.

Le relazioni tra gli elementi del sal marino ed i processi organici, che testè abbiamo notate, non sono al certo le sole esistenti tra i detti processi e questa sostanza composta, ch'è di tanta importanza per la sua diffusione e per la sua costante presenza negli esseri organizzati. È più che probabile che essa per le sue proprie qualità, di per sè ed in qualità di cloruro di sodio, non solo sia l'intermezzo di taluni processi organici, ma che anzi questi ultimi vengano forse determinati da essa.

Basta il rammentarsi che il sal marino ha la proprietà, non affatto ordinaria dei sali, di formare coll'urea una combinazione

chimica, cristallizzabile in leggiadri e grossi prismi romboidali e limpidi come l'acqua: questa combinazione si ritrova sempre nell'urina che contiene del sal marino. Nello stesso umor vitreo dell'occhio vi si trova l'urea accompagnata da sal marino. Per la combinazione col sal marino, l'urea perde certe proprietà, di cui è fornita in qualità di materia organica. Ulteriori ricerche, e più esatte, forse dimostreranno che la mancanza, nel sistema muscolare, del sal marino e dell'urea, la quale è l'ultimo prodotto della trasformazione della materia organica, sia più intimamente connessa di quel che ordinariamente si crede col modo in cui l'urea vien ricevuta dal sangue, ovvero in cui essa s'introduce nel sistema dei vasi sanguigni e ne esce segregata dai reni.

Tra i sali vi ha i soli nitrati che formano coll'urea combinazioni simili. L'urea ed il sal marino che sovente si trovano in combinazione chimica nell'urina dell'uomo o degli animali fanno sì che, aggiungendovi dell'acido nitrico dopo di averla alquanto concentrata, non si ottenga del nitrato di urea; e che nell'urina ben concentrata resti sempre disciolta una quantità di urea maggiore di quella che corrisponde alla solubilità del nitrato di urea che vi si è formato.

Riflettendo pure, che l'istinto aggiunge agli alimenti ricchi di amido una quantità di sale molto più grande che agli altri cibi, e che pel maggior numero degli uomini le patate senza sale non sono punto mangiabili, noi veniamo involontariamente a rammentarci della notevole combinazione che il sal marino forma collo zucchero di uva che si produce per la digestione dell'amido. È noto che l'urina diabetica contiene ordinariamente questa combinazione; e sulla secrezione dello zucchero per mezzo dei reni la presenza del sal marino non può certamente esser priva d'influenza.

Non possiamo fare a meno di ricordare, in questa occasione, che anche gli agronomi si provarono di sciogliere a modo loro la questione sulla necessità o utilità dell'aggiungersi del sale al foraggio degli animali. I risultati delle preziose esperienze di Boussingault sono sotto questo rapporto molte decisive, chiare ed intelligibili a tutti. L'aggiunzione del sale ai foraggi non ebbe influenza alcuna sulla produzione della carne, del grasso e del latte; « ma il sale, dice Boussingault, sembrava esercitare un favorevole effetto sull'aspetto e sul ben essere degli animali. Dopo i primi 15 giorni, le due scelte di animali, fatte a caso (ciascuna di tre tori), su cui egli sperimentava, non offrivano ancora alcu-

na differenza sensibile nel loro aspetto; ma nel corso del mese seguente la differenza era già manifesta, anche per un occhio poco esercitato; negli animali di entrambe le due scelte il tatto sentiva sotto la mano una cute morbida e fina, ma il pelo dei tori della prima scelta che avevano ricevuto il sale, era liscio, aderente e lucido; quello degli altri era senza lucido e arruffato. Di mano in mano che l'esperienza si prolungava questi segni caratteristici divenivano sempre più distinti; e così i tori della seconda scelta, dopo di essere stati affatto privi del sale per un anno, avevano un pelo scompostamente arruffato, e la cute di tratto in tratto appariva nuda, trovandosi affatto spelata. I tori della prima scelta, al contrario, conservavano l'aspetto degli animali di stalla; la loro vivacità ed i frequenti indizî del bisogno di montare contrastavano manifestamente coll'andamento pigro e il temperamento freddo che si osservava nella seconda scelta. Non vi ha dubbio, continua Boussingault, che sul mercato si sarebbe ottenuto un prezzo più vantaggioso per i tori allevati sotto la influenza del sale. »

Questi esperimenti sono nel più alto grado istruttivi. Nei tori che non avevano ricevuto che il sale contenuto naturalmente nel foraggio la quantità n'era insufficiente per il processo della secrezione: mancavano così i mezzi di trasporto per una quantità di sostanze che al di fuori del corpo destano la repugnanza; l'intero animale, il suo sangue, la sua carne e tutti i suoi umori ne erano ripieni; e però la cute esterna è lo specchio che riflette lo stato interno del corpo. Gli altri tori, che ogni giorno avevano ricevuto del sale, rimasero sani non ostante che erano esposti ad un modo di vivere poco conveniente alla loro natura e che fossero stati privi di moto, mentre furono loro somministrati gli alimenti in abbondanza; il loro sangue rimase puro ed atto a poter soddisfare a tutti i fini della nutrizione: essi avevano ricevuto nel sale un mezzo potente ed indispensabile, nelle circostanze in cui si trovavano, di resistere alle esterne cause di disturbamento della loro salute. Il corpo degli altri tori, in quanto alla facilità con cui poteva contrarre una malattia, si può comparare ad un focolare ripieno di materiale combustibile che con somma prontezza si accende ed al quale non manca che una scintilla per poter essere consumato dalle fiamme.

L'effetto del sale non consiste punto nel produrre carne, ma nel neutralizzare le condizioni, non favorevoli a questa produzione, che si riuniscono nello stato non naturale in cui forzosamente si

ritrova l'animale posto ad ingrassare. Non si potrebbe dunque apprezzare abbastanza l'utilità che proviene dall'uso del sale in queste circostanze.

Più di un agronomo tira però tutte altre conseguenze dalle esperienze di sopra accennate. Siccome l'uso del sale nel foraggio del bestiame non apporta agli agronomi alcun lucro, perchè in cambio del denaro speso per comprar sale non ricevono un equivalente in carne, essi ne conchiudono, che l'uso del sale è affatto inutile, e perfino si avvalgono di questi esperimenti onde dichiararsi contro l'abolizione dell'*imposta del sale*, contro l'abolizione cioè della più odiosa, della più dissennata di tutte le imposte che gravano sul continente europeo. L'istinto del bue o del montone manifesta quasi più sapienza di quanto non di rado se ne trova nei concetti della creatura che pur troppo ha la singolare pretensione di considerarsi come l'esemplare fornito di tutta ragione e bontà.

Oltre alle sue proprietà chimiche, il sal marino, possiede anche una proprietà fisica, che gli dà un valore affatto particolare per le funzioni vitali; poichè gli altri sali, con cui esso ha comune questa proprietà, ordinariamente non si consumano, nè negli alimenti dell'uomo, nè in quelli degli animali.

Siffatta interessantissima proprietà si rende manifesta per mezzo di un apparecchio molto semplice:

Quando sulla bocca di un tubo di vetro, largo 4 a 6 pollici e del diametro di 1/4 di pollice si lega una membrana rammollita nell'acqua (p. e. un pezzo di budello o di vescica, ec.), si riempie il tubo alla metà di acqua di fonte, e s'immerge in un bicchiere contenente la stessa acqua, di maniera che l'acqua contenuta nel tubo stia allo stesso livello coll'acqua esterna contenuta nel bicchiere, non si osserva il benchè minimo cangiamento nell'altezza dei due fluidi, dopo molte ore o giorni. Ma quando all'acqua contenuta nel tubo chiuso dalla membrana si aggiungono alcuni grani di sal marino, si vedrà, dopo pochi minuti, elevarsi il livello del liquido interno al disopra del livello dell'acqua esterna contenuta nel bicchiere. E ove si aggiunga parimente del sal marino a questa ultima insino a che il suo contenuto ne sia eguale a quello dell'acqua del tubo, i due livelli ritorneranno allo stesso piano. Ma se la quantità di sale aggiunto all'acqua nel bicchiere è proporzionatamente maggiore della quantità che si è aggiunta all'acqua nel tubo, avrà luogo l'opposto e si vedrà discendere l'acqua nel tubo ed innalzarsi l'acqua nel bicchiere.

Da ciò si vede, che l'acqua di fonte fluisce nell'acqua salata, che l'acqua povera di sale passa nell'acqua ricca di sale, non altrimenti come se una pressione esterna, opponendosi alla legge di gravità, la spingesse attraverso la membrana.

Per una semplice aggiunzione di sal marino all'acqua il tubo munito di membrana acquista le proprietà di una tromba, ed assorbe l'acqua con una forza che in molti casi equivale alla pressione di una colonna di mercurio alta 2 in 3 pollici.

Qualora si chiude il tubo con una membrana sottilissima e poscia, dopo di averlo riempito per metà di sangue di bue privo di fibrina, si dispone, come si è detto sopra, in un bicchiere contenente acqua calda (di 37° a 38°C.), si vedrà, dopo pochi minuti, il sangue elevarsi come l'acqua salata; l'acqua fluisce nel sangue.

Che i sali contenuti nel siero del sangue prendono difatti una gran parte in questo assorbimento, noi lo vediamo, mettendo nel tubo questo liquido in luogo del sangue. Qualora quest'ultimo si fa coagulare per mezzo del calore si può separarne facilmente il siero per la semplice pressione, ed allora il siero contiene del sal marino e gli altri sali del sangue; introdotto in questo stato nel tubo vi produce gli stessi fenomeni.

La facoltà che possiede la membrana di fare affluire l'acqua al lato ove si trova il sale dipende conseguentemente dal sale; quando i liquidi contengono dai due lati la stessa quantità di sale non si effettua alcun passaggio dell'acqua da un lato all'altro; il liquido affluisce sempre a quel lato ove si ritrova la maggior quantità di sale, e ciò tanto più rapidamente per quanto maggiore n'è la differenza nei due liquidi.

Se alla soluzione del sal marino si aggiunge un alcali libero (un carbonato o un fosfato alcalino), la sua facoltà assorbente ne viene notabilmente accresciuta; e se il liquido esterno è leggermente *acido*, e l'acqua salata contenuta nel tubo *alcalina*, l'afflusso del liquido acido al liquido alcalino si effettua nel tempo più breve.

Chiunque si vorrà dare la pena di ripetere questi importanti esperimenti acquisterà, a colpo d'occhio, una idea precisa del modo con cui l'assorbimento ha luogo nell'organismo.

Nell'organismo, infatti, si riuniscono tutte le condizioni perchè il sistema vascolare divenga, per mezzo del sangue, una perfetta tromba aspirante, che agisce senza chiavetta, nè valvula, senza pressione meccanica e persino senza canali o vie particolari per il passaggio dei liquidi. La soluzione dei cibi che si effettua

nello stomaco dalla digestione è *acida;* il sangue è un fluido *salato* e nel tempo stesso *alcalino*. L'intero canale digestivo è circondato da un sistema di vasi ramificato all'infinito, in cui il liquido sanguigno si muove con grande rapidità; l'acqua che vi s'infiltra è immediatamente colata dagli organi urinari, e così il sangue si mantiene sempre allo stesso stato di concentrazione.

Ora facilmente comprenderassi l'effetto prodotto nell'organismo dall'acqua che contiene più o meno di sale.

Bevendo a digiuno, da dieci in dieci minuti, un bicchiere di acqua ordinaria di fonte, che contiene una quantità di sal marino molto minore che il sangue, esce di già, dopo bevuto il secondo bicchiere (valutato a quattro once), una certa quantità di urina colorata, il cui volume è approssimativamente eguale a quello del primo bicchiere di acqua bevuta. Se in questo modo si bevono venti bicchieri si avranno diciannove emissioni di urina, l'ultima delle quali sarà quasi scolorata o conterrà appena un poco più di sal marino che l'acqua di fonte.

Qualora si faccia la stessa esperienza con acqua di fonte cui siasi aggiunta una quantità di sal marino ad un dipresso eguale a quella che contiene il sangue (3/4 ad 1 per 100), non si presenta emissione di urina diversa dalle ordinarie; ma difficilmente si potranno bere più di tre bicchieri di un'acqua di tal fatta. Una sensazione di pienezza, di pressione e di peso nello stomaco, indicano che l'acqua, la quale contiene una proporzione di sal marino eguale a quella del sangue, richiede molto più tempo per essere ricevuta dai vasi sanguigni.

Intromettendo poi dell'acqua salata contenente un poco più di sale di quanto ne contiene il sangue, si verifica il contrario di un assorbimento; interviene cioè una purgazione.

Il potere assorbente dei vasi sanguigni verso l'acqua, come chiaramente si vede, varia secondo che questa è più o meno salata. Se l'acqua contiene minor quantità di sale che il sangue, allora viene assorbita con grande rapidità; se ne contiene altrettanto, vi si stabilisce un equilibrio; se essa ne contiene di più non è emessa dai reni come l'acqua meno salata, ma bensì dal canale intestinale.

» Il sal marino, dice Karsten (nel suo manuale di aloteenia, Berlino 1846), è divenuto un oggetto di prima necessità anche per le nazioni più rozze; ed in molti paesi esso è una delle più ricercate mercanzie. In talune contrade dell'Africa esso fa le veci

dell'oro, e vi si barattano gli uomini a prezzo di sale, come presso i Galla e sulla costa di Sierra-Leone, ove il marito cede la moglie, ed i genitori vendono i loro figli pel sale. Nelle vicinanze di Akra sulla Costa d'oro si compra uno ed anche due schiavi per un pugno di sale, che è la cosa più apprezzata dopo l'oro. Poche nazioni (l'autore non ne cita alcuna) si astengono intieramente dall'uso del sale, o cercano di surrogarlo con un succedaneo. Nei paesi montuosi al Nord del Sudan, il sale, per il lungo trasporto attraverso il deserto, costa sì caro che le sole persone agiate ne possono far uso. Di già Mungo Park racconta che, presso i Mandinghi ed altre tribù nell'interno della Nigrizia, l'espressione: ei condisce i suoi cibi con sale, è sinonimo di: egli è un uomo ricco ». Lo stesso Mungo Park, costretto a privarsi dell'uso del sale per molto tempo ed assoggettarsi ad un regime vegetale, non trova parole a descrivere quanta brama ne avesse sentito. Caillé pure assicura che agli abitanti di Rankan non è dato che rarissimamente di poter salare i loro cibi, perchè il sale va presso di loro troppo caro e forma un oggetto di lusso; solo in qualche giorno i negri Mandinghi e i Bambaras ne fanno uso.

Vi esistono paesi in cui bisogna offrir sale agli animali per conservarli in vita. Così, secondo Warden, gli animali domestici muoiono nel Brasile settentrionale quando loro non si somministra una certa quantità di sale o di sabbia salata. Roulin asserisce un fatto simile per la Colombia: quando i bestiami non trovano il sale nelle piante, nell'acqua o nella terra, le femmine diventano meno feconde e le greggi diminuiscono rapidamente (Annali di Moeglin (1) II. 1847 p. 29).

In una memoria sull'uso del sale, premiata dall'Accademia di medicina di Brusselles, il dott. de Saive afferma, che il sal marino aumenta la fecondità virile e quella delle femine e raddoppia i mezzi di nutrizione del feto. Durante l'allattamento, ei dice, il sale ricevuto dalla madre rende il lattante più robusto, e il latte è più abbondante e più nutritivo; il sale accelera la crescenza, e fa divenir più fina la lana dei montoni; la carne degli animali che ricevono copiosamente il sale è più saporita, più nutritiva e più facile a digerire di quella dei carnivori che non ricevono sale nei loro alimenti.

---

(1) Villaggio nel distretto di Potsdam, conosciuto per l'istituto agronomico del sig. Thaer. — *Trad.*

LETTERA XXXII.

Il pane e la carne, ovvero la nutrizione vegetale e la nutrizione animale, rispetto alle funzioni che gli uomini hanno comuni con gli animali, agiscono in un sol modo; e però generano nel corpo vivente gli stessi prodotti. Per la sua composizione, il pane contiene, nell'albumina vegetale e nella fibrina, del glutine, due principi essenziali della carne, e nelle sue parti incombustibili, i sali di cui non si può fare a meno perchè la formazione del sangue abbia luogo; e tali principi si ritrovano essere nel pane appunto gli stessi e nella stessa proporzione che nella carne. Ma questa però contiene inoltre un certo numero di altre sostanze che mancano intieramente nella nutrizione vegetale, ed è proprio da queste altre sostanze che dipendono certi effetti, pei quali la carne differisce essenzialmente dagli altri alimenti.

Quando un pezzo di carne muscolare minutamente tritata si liscivia con acqua fredda e dipoi si spreme, se ne ottiene un residuo bianco e fibroso, composto della fibra muscolare propriamente detta, di tessuti legamentosi, di vasi e di nervi.

Se la liscivazione è perfetta, l'acqua fredda discioglie 16 a 24 per 100 del peso della carne supposta secca; ma la fibrina della carne, ovvero l'elemento principale della fibra muscolare ascende a più di 3/4 del peso del residuo della carne lisciviata. Se quest'ultimo, dopo di averlo spremuto, si riscalda a 70 o 80 gradi del termometro centigrado, le fibre si contraggono e s'induriscono a guisa di sostanza cornea; succede un'alterazione, una specie di coagulazione, per effetto della quale la fibra della carne perde la sua facoltà di assorbire e di ritenere l'acqua a guisa di una spugna, se ne scola l'acqua, ed il residuo riscaldato nuota allora nell'acqua senza però che se ne fosse aggiunta. La carne lisciviata e cotta è come il brodo in cui essa è stata cotta, senza sapore, o di un sapore leggermente sgradevole; non si fa masticare, ed è perfino rifiutata dai cani.

Tutte le parti della carne che hanno sapore sono contenute

nel succo della carne, dalla quale possono essere tolte con l'acqua fredda.

Quando si riscalda gradatamente fino all'ebollizione l'estratto acquoso di carne, ordinariamente arrossato dalla materia colorante del sangue, pervenuto il liquido alla temperatura di 56°C., l'*albumina della carne* che vi stava disciolta se ne separa sotto forma di fiocchi rappresi e quasi bianchi; a 70°C. soltanto si coagula pure la materia colorante del sangue; il liquido diviene leggermente giallastro, limpido e colorisce in rosso la carta di tornasole, indizio della presenza di un acido libero.

La quantità dell'albumina, che rappresa in fiocchi si separa al calore, varia molto secondo l'età degli animali. La carne degli animali vecchi spesso non ne somministra che 1 a 2, mentre quella degli animali giovani ne dà fino a 14 per cento.

L'estratto della carne, privato mercè l'ebollizione della materia colorante del sangue, possiede il sapore aromatico e tutte le qualità del brodo preparato per mezzo della cottura della carne stessa. Coll'evaporazione, anche a mite calore, si colora, diventa finalmente bruno, ed acquista un sapore di arrosto; disseccata, lascia in proporzione di 12 a 13 per 100 della carne impiegata (supposta secca) una massa bruna, alquanto molle, la quale facilmente si discioglie nell'acqua fredda e che sciolta in 32 parti circa di acqua calda, aggiungendovi una piccola quantità di sale comune, dà a quest'ultima il sapore e tutte le qualità di un eccellente brodo di carne. L'intensità del sapore dell'estratto di carne disseccato è grandissima; non vi ha cuoco che possa somministrare un mezzo che a questo equivalga come sostanza corroborante.

Il rimanente della carne, esaurito dall'acqua fredda, è dotato della stessa composizione, qualunque sia l'animale da cui si fosse preso, di modo che in tale stato è impossibile il distinguere la carne di bue da quella di uccello, di capriuolo o di maiale, ec.

Al contrario, il brodo della carne dei diversi animali, oltre al sapore comune per cui tutti i brodi di carne si somigliano, possiede ancora un sapore particolare che ricorda distintamente l'odore ed il sapore della carne arrostita de' rispettivi animali, di maniera che aggiungendo alla carne cotta di capriolo il succo concentrato di carne di bue o di gallina, non si potrà quella più distinguere da quest'ultima.

Questi fatti dimostrano che la fibra della carne, nello stato naturale, è imbevuta e circondata da un liquido contenente albu-

mina. La tenerezza della carne bollita o arrostita dipende dalla quantità di albumina contenuta nella sua sostanza, e che coagulandosi impedisce l'indurirsi ed il divenire tigliosa la fibra della carne. La carne è *cotta a colore di sangue* quando è stata riscaldata fino a 56°C, temperatura in cui si coagula l'albumina; essa è *interamente cotta* quando è stata riscaldata fino a 70° in 74° C., grado in cui la materia colorante del sangue si rapprende.

Dai fatti anzidetti derivano alcune regole per la preparazione della carne, che per la loro utilità meritano che ne facessimo menzione. Quando il pezzo di carne destinato per cibo vien gettato nella pentola allorchè l'acqua è in piena ebollizione, e se questa vien mantenuta per alcuni minuti, e dipoi la pentola deposta in un luogo caldo, ove la temperatura dell'acqua possa mantenersi dal 70° al 74°C., allora si trovano riunite tutte le condizioni richieste affinchè la carne acquisti le qualità per cui possiamo alimentarcene. All'immergersi nell'acqua boliente, l'albumina della carne si coagula immantinente dall'esterno all'interno, e forma una specie d'involucro il quale impedisce che il succo fluisca dalla carne nell'acqua, e nello stesso tempo non permette all'acqua che in essa entri. La carne rimane così succosa e tanto sapida quanto può esserla; la maggior parte delle sostanze saporifere restano in essa.

Se, al contrario, si mette sul fuoco un pezzo di carne cruda nell'acqua fredda che in seguito si porta lentamente all'ebollizione e che si mantiene a questa temperatura, allora la carne perde tutte le sue parti solubili e saporifere, che passano nel brodo; l'albumina si discioglie dalla superficie al di dentro; la fibra muscolare perde più o meno della sua particolare struttura e diventa dura e tigliosa. Quanto più il pezzo di carne è sottile, tanto più considerevole è la perdita delle parti sapide.

Da quanto precede si spiega il fatto a tutti ben noto, come cioè il metodo di cottura che somministra il miglior brodo offre la più arida dura ed insipida carne, mentre per aver carne gustosa fa mestiere rinunziare alla bontà del brodo.

Il brodo più saporito e sostanzioso che ottener si possa dalla carne si ottiene, tritando la carne in minuti pezzi, portandola lentamente all'ebollizione in un peso di acqua fredda eguale al suo e mantenendo l'ebollizione per alcuni minuti, passando dipoi per staccio e spremendo il bollito. In seguito di una ebollizione più prolungata si discioglierebbe, egli è vero, una proporzione alquan-

to maggiore di parti organiche della carne, ma il sapore e la qualità del brodo non crescerebbero perciò, nè migliorerebbero. L'azione del fuoco sulla fibra muscolare ha per effetto che una certa quantità di acqua o di succo carnoso fluisca al di fuori, e da ciò proviene che la carne, quantunque cuocendosi stesse immersa nell'acqua, pur tuttavia perde del suo peso (fino a 15 per 100 del peso della carne fresca); però in pezzi di maggior volume questa perdita è minore.

Anche all'arrostirsi della carne l'azione del calore deve essere fortissima sul principio, più tardi si può poi temperarla di molto. Il succo che durante il cuocersi fluisce dalla carne si evapora, qualora si procede cautamente, alla superficie del pezzo e le dà quel colore bruno e brillante unitamente a quel forte e aromatico sapore di arrosto.

Gli elementi del succo della carne o del brodo sono numerosissimi e non ancora ben conosciuti; però quel poco che se ne sa è di grande importanza. Non vi ha parte del corpo che sia più composta di quella formazione che noi chiamiamo muscolo. Innumerevoli nervi e sottili vasi ripieni di liquidi senza colore o colorati si diramano nella sostanza propria del muscolo; quanto ne viene estratto per mezzo della liscivazione contiene tutte le parti solubili di esso. Il brodo è come la carne medesima di natura assai complicata. La maggior parte delle sostanze che esso contiene sono ricche di azoto; due tra esse, la *creatina* e la *creatinina*, si possono ottenere anche in bei cristalli incolori e trasparenti. Il brodo poi è in preferenza ricco di parti incombustibili; esse formano più di 1/4 del peso dell'estratto disseccato della carne.

L'acido libero nel brodo sembra generarsi soltanto in conseguenza di una decomposizione particolare, che succede istantaneamente subito dopo la estinzione della vita dell'animale, o che si opera nel bollire; e però i muscoli degli animali recentemente uccisi non arrossiscono il tornasole azzurro prima che si manifesti la rigidità cadaverica.

La creatina è di quelle sostanze che si chiamano indifferenti, ma però nel solo senso che essa non agisce nè da acido, nè da base.

La creatinina contenuta nel brodo in quantità molto inferiore a quella della creatina è, al contrario, una forte base organica; essa si rannoda alla classe delle basi organiche azotate del regno

vegetale, a cui appartengono i più terribili veleni e i più benefici medicamenti; è di reazione alcalina, ed unita agli acidi forma sali cristallizzabili; nè si trova che negli organismi animali. La creatina e la creatinina sono prodotti del processo vitale, e sono parti integranti della carne di tutti gli animali vertebrati esaminati finora. La carne umana è specialmente ricca di creatina. Queste due sostanze hanno tra loro la più intima connessione; esse contengono gli stessi elementi e nelle stesse proporzioni, eccettuato l'idrogeno e l'ossigeno; la creatina, cioè, contiene gli elementi di 4 equivalenti di acqua più che la creatinina; ambedue si possono convertire l'una nell'altra. Al contatto di un acido forte, la creatina elimina dai suoi elementi 4 equivalenti di acqua, dando così nascimento alla creatinina, la quale neutralizza una parte dell'acido stesso. La creatinina, separandosi dalla sua combinazione col cloruro di zinco, riceve acqua e si converte poscia in creatina. Heintz, da cui improntiamo queste esperienze, vide in una soluzione di creatina non interamente pura, abbandonata da più mesi in un armadio, a poco a poco tutta la creatinina convertirsi in creatina che si depositò in un solo cristallo grosso, mentre nel tempo stesso vi nacque un poco di muffa.

La esistenza di questi due corpi nell'organismo animale, come ancora il loro mirabile modo di comportarsi che abbiamo di sopra accennato, fanno supporre che abbiano il loro valore nel processo della vita; il passaggio della creatina in creatinina sembra soprattutto dover essere accompagnato da qualche effetto speciale.

Distillando il succo di carne (di cuore di bue) insieme coll'acido solforico, si sono ottenute ancora piccole quantità di acidi volatili, di acido butirrico, di acido acetico, di acido formico; e dal residuo Scherer ottenne l'*inosina*, corpo non azotato che si rinviene anche nel regno vegetale nei fagiuoli non maturi (phaseolus vulgaris), il quale corpo nella sua composizione somiglia allo zucchero di latte, ma molto ne differisce per altre sue proprietà; il brodo contiene inoltre un acido non azotato, simile anche esso all'acido lattico, ma diverso da questo pei suoi sali; nell'*acido inosinico* si è trovato un corpo azotato contenuto particolarmente nel succo della carne di gallina.

Tutte queste sostanze costituiscono soltanto una piccola parte dell'estratto di carne; la maggior parte della sua massa si compone di sostanze non cristallizzabili, le cui proprietà non si sono per anco abbastanza studiate, di tal che non si conoscono ancora

i mezzi di poterle isolare. A queste sostanze appartengono principalmente le parti sapide del succo di carne, come quelle che a leggiero calore s'imbruniscono molto facilmente; ve n'è un'altra ancora che divide con la gelatina la proprietà di essere precipitata in densi fiocchi aderenti col tannino o con un estratto di noce di galla. Nel residuo della carne lisciviata non si scopre indizio di acido urico, e nell'estratto acquoso di carne non si scoprono nè acido urico nè urea; ciò sembra dimostrare che questi prodotti della trasformazione di materie organiche, destinati alla secrezione, vengono portati via con quella stessa prontezza con cui si formano. Il succo di carne, come di già abbiamo accennato, contiene una combinazione clorurata, non cloruro di sodio (sal marino), e particolarmente il cloruro di potassio. Questa circostanza è tanto più da notarsi, che il sangue il quale circola nei muscoli si trova proporzionatamente esser così ricco di sal marino (1).

Il succo della carne contiene senza dubbio, nelle sostanze che lo compongono, tutte le condizioni necessarie al formarsi dell'intero muscolo come a fargli acquistare tutte le sue proprietà particolari; nell'albumina che ha, il succo contiene quelle materie per cui l'albumina medesima si converte in fibrina, e negli altri principî contiene le condizioni atte a produrre i tessuti ligamentosi e i nervi.

Il succo della carne contiene i principî nutritivi del muscolo; il sangue quelli del succo carneo: il sistema muscolare è la sorgente di ogni effetto dinamico nel corpo animale; e sotto questo aspetto, il succo di carne può considerarsi come la condizione più prossima per la produzione della forza.

Da ciò si rende chiara l'azione del brodo di carne; essa è la vera medicina pe' convalescenti. Niuno ne apprezza la virtù meglio del medico negli ospedali, dove il brodo di carne non può da verun'altra sostanza medicinale venir surrogato come mezzo atto a ristorare le forze esaurite dei malati: con molta precisione si scorge la sua facoltà ravvivante sull'appetito, sugli orga-

(1) Nei muscoli, e propriamente in quelli del collo di un *Alligatore* (specie di coccodrillo), morto di una malattia indeterminata e che fu consegnato al museo anatomico di Giessen, la carne mostrava un aspetto singolarmente macchiato; ma un esame più attento fece conoscere ben presto come quelle macchie provenivano da una infinità di piccoli cristalli di acido urico depositato tra i fascetti primitivi delle fibre muscolari ed il tessuto ligamentoso,

ni della digestione, sul colorito e sull'aspetto degli ammalati.

È manifesto che gli elementi del sangue, così diversi da quelli del succo della carne, debbano subire una intiera serie di trasformazioni prima di acquistare quella forma e composizione, per cui possono servire alla produzione del muscolo vivo, prima cioè che essi si convertano in elementi del succo della carne. Nella carne che noi mangiamo abbiamo i prodotti di questa trasformazione di già belli e preparati non già nel nostro proprio organismo, ma in un altro; ed è probabilissimo che essi, o una parte di loro, conservino la facoltà di produrre, in un altro organismo, effetti simili a quelli che avevano già prodotti nell'organismo in cui vennero formati.

In ciò consiste manifestamente il più gran pregio di ogni specie di carne, come sostanza nutriente; il fieno e l'avena, le patate, le rape, il pane, ec., producono sangue e carne nel corpo vivente; ma niuno di questi alimenti riproduce come nutrimento la carne con prontezza eguale a quella della carne stessa; niuno ripara con così piccolo consumo di forza organica la sostanza muscolare che si disperde nel lavoro.

De' medici forniti di non comune intelligenza ed esperti chimici, tra i quali sopra tutti Parmentier e Proust, molti anni or sono, tentarono di dare una maggiore estensione all'uso dell'estratto di carne. « In serbo nelle ambulanze di un corpo di truppa in campagna, dice Parmentier, l'estratto di carne offrirebbe al soldato gravemente ferito un mezzo di ristoro, che sciolto in poca quantità di vino, riparerebbe sull'istante le forze indebolite per effetto delle perdite di sangue, e porrebbe il ferito in grado di sopportare il trasporto nel più vicino ospedale militare ». E Proust soggiunge, non potersi immaginare un uso più utile e felice. « Quale rimedio è più ristorante, ei dice, quale panacea più efficace, di un pezzo di vero estratto di carne disciolto in un bicchiere di vino generoso? Tutte le delicatezze della gastronomia sono riserbate ai viziati figli di Mammona! Non avremo noi niente dunque nei nostri lazzaretti ambulanti per quegli infelici, condannati dalla sorte a sopportare per noi gli orrori di una lunga agonia, nella neve o nel fango delle paludi? »

Ora, poichè la scienza ci svelò sufficientemente la natura e la composizione del succo della carne, a noi pare un vero obbligo di coscienza il raccomandare nuovamente all'attenzione dei governi le proposizioni di questi uomini magnanimi.

Nella Podolia, a Buenos-Ayres, nel Messico, in Australia (1) ed in molte parti degli Stati-Uniti dell' America settentrionale, dove la carne bovina o la carne di pecora va a un prezzo assai basso, si potrebbero con mezzi semplicissimi raccogliere quantità molto grandi del migliore estratto di carne, e trasportarle in Europa, dove al certo riuscirebbero di massimo giovamento alle popolazioni che si nutrono quasi unicamente di patate. Nei numerosi ospedali del continente e pei miseri loro abitatori questo estratto di carne si potrebbe sostituire al brodo, ed il medico avrebbe in esso il mezzo di poter prescrivere sempre ed in tutte le circostanze un brodo di carne di una composizione uniforme e di una forza prestabilita.

Si è cercato già più volte di preparare all'ingrosso l' estratto di carne in quei paesi dove la carne si ha a un prezzo mite, e di farne un oggetto di commercio, sotto il nome di *tavolette* da brodo *(Suppentafeln)*; ma un prodotto industriale di tal fatta non ebbe favore e non venne impiegato negli ospedali, appunto dove si avrebbe potuto in preferenza farne uso. La ragione di ciò stava nei prodotto stesso, che era troppo caro, e ben presto si è conosciuto, che esso non aveva le proprietà e non produceva gli effetti del brodo. La cattiva composizione delle così dette tavolette da brodo fu in gran parte la conseguenza di una opinione interamente erronea sulla causa della efficacia del brodo di carne. Si vide, cioè, che il brodo preparato dalla carne per mezzo della cottura, ad un certo grado di concentrazione, non altrimenti che tutti i succhi di carne forti e che hanno un sapore aromatico, si converte in gelatina, e si è creduto, senza altro esame, che questa sostanza, la quale era la parte più visibile, costituisse pure la parte più efficace più importante ed essenziale del brodo. Così successe che a poco a poco si venne a scambiare la sostanza gelatinosa col brodo stesso, poichè i fabbricanti delle tavolette da brodo non tardarono

(1) Il sig. James King, uno dei più intelligenti coloni dell'Australia, che ha i più distinti meriti per la coltura delle viti in quella parte del mondo, mi scriveva in data del 26 Ottobre 1850, da Irrawang presso Raymond Terrace, Nuova Galles del Sud, quanto siegue: Questa contrada è ricca di eccellenti pascoli che si estendono per tutto il paese. Le bestie cornute e le pecore vi sono numerosissime ed a buon mercato. Se ne uccidono migliaia in ogni mese e si fanno cuocere per estrarne il grasso; la parte nutritiva della carne si butta come inutile; la miglior carne di bue non costa più di un mezzo penni (1 gr. e 1/4) la libbra.

a vedere, che la miglior carne non dava le tavolette più belle; che la carne bianca le rendeva più dure e più facili a conservarsi; che i tendini, i piedi, le cartilagini, le ossa, l'avorio, il corno di cervo somministravano le più belle e più trasparenti tavolette di gelatina, che a buon mercato si ottenevano ed a caro prezzo si vendevano; quindi l'ignoranza e la cupidità del guadagno cambiarono le preziose sostanze della carne in colla, la quale dalla colla ordinaria dei falegnami non differiva per altro se non per il suo prezzo elevato. Niuna meraviglia, quindi, se un tale prodotto non potè trovare buona accoglienza.

Questa stessa erronea opinione, che la sostanza collifera fosse il principio attivo del brodo, condusse finalmente, nell'ospedale di S. Luigi in Parigi, al tentativo di surrogare per metà il vero e schietto brodo di carne alla gelatina ottenuta dalle ossa per mezzo della cozione. Ma d'allora in poi l'efficacia della sostanza gelatinosa forma l'oggetto dell'attenzione degli scienziati (Donné), ed i fatti da loro esposti condussero ad un contrasto di opinioni, in conseguenza di che si è proceduto a delle ricerche preziose (e tra le quali quelle principalmente di una commissione dell'Accademia francese, a capo della quale stava Magendie), sulla facoltà nutritiva della gelatina e sulla nutrizione in generale. Queste ricerche fecero rettificare gli antichi errori; si raccolse una immensità di fatti nuovi e si stabilì il potere nutritivo di molte sostanze alimentari animali e vegetali. Ora dalle più concludenti esperienze si è dimostrato, che la sostanza gelatinosa, per sè insipida e nauseante, non possiede alcun valore nutritivo; che essa anche accompagnata dalle parti sapide della carne non è valevole a mantenere il processo della vita, e che aggiunta agli alimenti ordinari, lungi dall'aumentarne la facoltà nutritiva, arreca loro più tosto pregiudizio, rendendo imperfetta ed insufficiente la detta facoltà. E però l'uso della gelatina è anzi più nocivo che utile, poichè invece di sparire nel corpo senza lasciar residuo, come le sostanze non azotate e destinate dalla natura alla respirazione, essa maggiormente carica il sangue di prodotti azotati, la cui presenza perturba ed inceppa i processi organici.

Noi sappiamo purtuttavia, che le parti efficaci del brodo di carne si ritrovano belle e formate nell'estratto acquoso e non sono in modo alcuno dei prodotti culinari, come ancora che, soltanto dietro una prolungata cottura della carne, la gelatina s'ingenera nel brodo dal tessuto ligamentoso dei muscoli. Quindi è, che ai

nostri giorni si è rinunziato all'uso della gelatina come mezzo nutritivo e corroborante; nè la si vede più figurare, se non nelle zuppe viscose poco appetitive, che in Inghilterra e nella China l'arte culinaria empirica prepara con pinne di pesci e carne di testuggine, e che costituiscono un elemento d'indigestione non sempre estimato nel suo giusto valore.

Forse non è inutile il rammentare quì, che, coloro i quali si trovassero nelle circostanze favorevoli per preparare l'estratto di carne pel commercio, vedrebbero fallire la loro intrapresa se non cercassero con ogni cura e coscienziosamente di evitare gli errori dei loro predecessori. Per disciogliere tutte le parti efficaci della carne basta che, dopo di averla sottilmente triturata, le si aggiunga otto o dieci volte il suo peso di acqua, e che si faccia bollire per mezz'ora. Prima di evaporare il brodo è necessario che con somma cura ne vengano tolte le parti grasse (che diverrebbero rancide), e che l'evaporazione si faccia a bagno-maria. L'estratto di carne non è mai duro e non offre frattura, ma è molle ed attira avidamente l'umidità dell'aria. La cottura della carne si può effettuare in caldaie di rame ben pulite, ma per la evaporazione si dovrebbero prescegliere recipienti di porcellana. Se si arrivasse a mettere in commercio questo estratto alla ragione di un tallero prussiano (=0,87 duc.) la libbra (=0,56 rot.), esso si cambierebbe col tempo in un articolo molto ricercato. Presso di noi, a Giessen, la libbra costerebbe almeno talleri due o due e mezzo, non comprese le spese di preparazione.

Si sa per l'esperienza, che il valore nutritivo della carne cotta si diminuisce, quando la si consuma come alimento senza il brodo; ed apposite ricerche dimostrano che la carne spogliata delle sue parti solubili la mercè della cottura o della liscivazione possiede ancora appena appena del valore nutritivo. Nelle ricerche degli Accademici francesi, un cane pesante 12,6 libbre (=7,07 rot.) che riceveva ogni giorno 1/2 libbra (=0,28 rot.) di carne muscolare cotta, la quale antecedentemente era stata ammollita nell'acqua e dipoi spremuta e privata di grasso per quanto era possibile, perdè in 43 giorni 1 e 1/4 del suo peso; dopo 55 giorni la sua magrezza era pervenuta all'estremo, il cane poteva appena mangiare ancora il quarto della sua razione ed appariva evidentemente sfinito; esso però conservava tuttavia la sua vivacità, il suo pelo era lucente, e non si manifestavano sintomi di consunzione, somigliava appunto ad un animale che riceve giornalmen-

te una buona nutrizione, ma in troppo piccola quantità, non proporzionata ai suoi bisogni. Non si osservò lo stesso dei cani che ogni giorno ricevevano una quantità eguale di carne cruda (che contiene più acqua e meno di sostanze solide che la carne cotta) della peggiore qualità (di testa di pecora); dopo 120 giorni essi non offrivano alcun indizio di alterata salute, ed il loro peso restò lo stesso. Senza dubbio, anche il primo animale sarebbe rimasto sano, se avesse ricevuta la carne perfettamente cotta, ma non lisciviata, unita al suo brodo; e perciò il difetto di facoltà nutritiva della carne derivava manifestamente dacchè ad essa si erano sottratte le parti che costituiscono il suo succo.

Dei principî organici del brodo, per quanto se ne inferisce dalle ricerche finora istituite, niuno costituisce una parte elementare del sangue; noi ammettiamo che essi possono contribuire alla riproduzione di un muscolo nel corpo vivente, ma pure sono inetti a potersi convertire in albumina o in fibrina del sangue. Nè possiamo in alcun modo considerarli come indispensabili al processo della digestione e della nutrizione, poichè il latte e gli alimenti vegetabili posseggono il pieno potere nutritivo, senza che contengano una materia che rassomigli a quei principî.

Non si può dunque ritenere per fermo che la mancanza del potere nutritivo della carne venga determinato dall'allontanamento degli elementi *organici* del succo di carne, e però abbiamo ragione di credere che la causa di questo fenomeno si debba piuttosto attribuire ai principî non combustibili del brodo o del succo di carne.

Basta volgere uno sguardo alle analisi delle ceneri della carne, a quella del brodo e della carne per cozione o per lisciviazione spogliata delle sue parti solubili, per convincersi che in operazioni di tal fatta la maggior parte dei sali della carne passa nel brodo.

Se ora si confrontino i principî componenti le ceneri della carne con quelli del sangue degli animali carnivori, si troverà che ambedue (tranne il sal marino nel sangue) contengono gli stessi elementi in quantità e proporzione quasi eguali. La carne contiene i sali del sangue, e, come lo prova l'esperienza fatta nel cibarsi con carne, in quella proporzione ch'è richiesta alla sanguificazione, e che non può perturbare in guis'alcuna i processi vitali.

Ma nell'atto che le parti solubili della carne si disciolgono la mercè della cottura o della liscivazione, questi sali si dividono,

e la carne che resta ne ritiene una quantità molto minore di quella ch'è contenuta nel sangue.

La carne intera, ridotta in cenere, lascia in sali un residuo di 3 e 1/2 per 100 (della carne secca); la carne lisciviata con la cottura non ne lascia nemmeno uno per 100. Da 10 libbre di carne fresca si ottengono in tutto 42,92 grammi di cenere; di questi ultimi, con la cottura e liscivazione, delle 10 libbre di carne passano 35,28 grammi nel brodo; nella carne cotta e lisciviata rimangono 7,64 grammi: la carne intatta contiene nelle sue ceneri più del 40 per 100 di sali alcalini, mentre la carne lisciviata per cottura non ne contiene più del 4,78 per cento.

Composizione delle ceneri della carne secondo Keller.

Acido fosforico	36 , 60
Potassa	40 , 20
Terre ed ossido di ferro	5 , 69
Acido solforico	2 , 95
Cloruro di Potassio	14 , 81
	100 , 25

Di questi elementi, per effetto della cottura,

	passano nel *brodo*:	rimangono come *residuo* nella carne:
Acido fosforico	26 , 24	10 , 36
Potassa	35 , 42	4 , 78
Terre ed ossido di ferro	3 , 15	2 , 54
Acido solforico	2 , 95	. . .
Cloruro di potassio	14 , 81	. . .
	82 , 57	17 , 68

Il brodo contiene 0,46, il residuo 1,12 di fosfato di ferro.

Tutta la quantità dei sali sarebbe stata necessaria e sufficiente a generare dalla fibrina ed albumina un sangue dotato di eguali proprietà che il sangue nel corpo vivo; quindi ne discende chiaramente che togliendo i 4/5 (80 per 100) di questi sali, indispensabili alla sanguificazione, la carne venne a perdere altrettanto del suo potere sanguificante. Per la insufficienza dei sali la carne non perdette per niente la sua suscettibilità di soffrire delle trasformazioni entro il corpo vivente, ma i suoi componenti essenziali (fibrina ed albumina animale), per la mancanza dei necessari intermezzi, non si poterono convertire in parti costituenti del sangue, e però la carne tramutandosi in alimento (imperfettissimo)

della respirazione perdette la sua forza nutritiva; il suo potere per la sanguificazione andò scemando coll'aumentarsi della quantità dei sali sottratti, e forse scemò pure di altrettanto per la divisione dei sali medesimi dopo la qnale si stabilirono condizioni e proporzioni nocive al formarsi del sangue. La carne lisciviata per cottura contiene nelle sue ceneri più del 17 per 100 di acido fosforico maggiore di ciò che non se ne richiede per produrre dei sali di natnra alcalina, come li esige il sangue. Per la divisione dei sali delle ceneri di questa carne, dei quali una parte si converte in un sale acido, che possiamo ritenere venga segregato dai reni, ed in un sale di natura alcalina il quale potrebbe servire alla formazione del sangue, doveva di necessità venir diminnita anche maggiormente la quantità efficace di questi principi delle ceneri.

Un alimento che, come il rosso delle uova di gallina, contiene nelle sue ceneri la potassa e l'acido fosforico nella stessa proporzione in cui questi si ritrovano nel fosfati acidi (PO_5 MO), non può possedere alcuna facoltà per la formazione del sangue, non essendo in questo caso più possibile che i sali si dividessero nell'anzidetto modo. Magendie rapportando le sue esperienze dice: « avendo noi molti rossi d'uovo a nostra disposizione, abbiamo voluto assicurarci se i cani se ne lascerebbero nutrire. Con questo scopo noi demmo 12 a 15 rossi d'uovo induriti per cottura a dei cani di buona salute che avevano un eccellente appetito. Il primo giorno, i rossi d'uovo furono mangiati, ma con certi segni di ripugnanza; nel secondo, la ripugnanza fu ancora più forte, e nel quarto, gli animali, comechè avessero la più gran fame, non li toccarono più ». Il rosso forma 40 ed il bianco 60 centesimi dell'uovo di gallina; il primo contiene fino a 0,5 per 100 (vedi pag. 355), l'altro 0,65 di parti non combustibili.

Si comprende ora, da quanto si è detto, la diminuzione del potere nutritivo della carne salata e la influenza che l'uso esclusivo di questo alimento esercita sulla composizione degli umori e del sangue.

Non vi ha donna di casa che non sappia come la carne fresca aspersa di sale, dopo alcnni giorni, nuoti in una salamoia, quantunque non vi si fosse aggiunta neppure una goccia di acqua, e come il peso della carne posta nell'acqua salata diminuisca considerabilmente, mentre nel tempo stesso quello dell'acqua si aumenta. La carne fresca contiene più di 3/4 del suo peso di acqua, che vi si ritrova come assorbita da una spugna. Assai minore è il

potere nella carne di assorbire e ritenere l'acqua salata; in pari circostanze ne riceve entro i suoi pori una metà di quella che riceverebbe di acqua pura. Ecco perchè la carne fresca, in contatto del sal marino, lascia fluire una data quantità della sua acqua divenuta salata. Però quest'acqua che fluisce e che abbiamo nella salamoia non è puramente dell'acqua salata ma è succo di carne, è brodo di carne con tutte le sue parti attive; tanto organiche che minerali. L'insalatura produce dunque lo stesso effetto che la liscivazione per cottura; essa cioè diminuisce il potere nutritivo della carne, facendole subire la perdita e la divisione dei suoi sali che sono necessari perchè il sangue si formasse. Di tre cantaia di carne uno può diventare inefficace nel processo vitale e convertirsi in un alimento nocivo alla respirazione. Si può evitare questa perdita (il che fu tentato con buon successo), evaporando la salamoia fino alla intiera separazione dei cristalli di sal marino e conservando la rimanente acqua madre, che ha la densità come lo sciroppo e ch'è una soluzione molto concentrata di estratto di carne, per aggiungerla dipoi alla carne salata cotta quando si mangia. È naturalmente più comodo, comechè più dispendioso, il restituire alla carne salata i perduti elementi del succo carneo, aggiungendovili sotto forma di puro estratto di carne.

La carne porta in se nella sua miscela talune condizioni generali per la digestione e per la nutrizione, e per le quali essa somiglia ad altri alimenti animali o vegetali. La sua albumina e la sua fibrina le danno una determinatà attitudine a produrre l'albumina e la fibrina del sangue; nell'adipe, essa ha una determinata attitudine al processo della calorificazione animale; e nei suoi sali, ai processi della sanguificazione, della calorificazione e delle secrezioni. Oltre a ciò, la carne contiene nei principi così notevoli del suo succo un'attitudine particolare a processi di più alta importanza, pe' quali si distingue dagli altri alimenti e segnatamente dai vegetali.

Non tutte le carni sono eguali sotto il rapporto di queste varie loro proprietà; la carne di vitello, per esempio, in quanto alla proporzione dei sali che contiene, differisce totalmente da quella di bue; la quantità delle ceneri di ambedue queste specie di carne è bensì ad un dipresso eguale, ma la carne di bue è molto più ricca di alcali. Le parti non combustibili della carne di vitello contengono oltre il 15 per 100 di acido fosforico di più che non ne bisogna per la produzione di un sale alcalino di questo acido;

la stessa carne non contiene che una quantità relativamente minore di fibrina, e ch'è propriamente di facile digestione; la massima parte della fibra della carne di vitello si compone di una sostanza simile alla fibrina del sangue, e che si gonfia nell'acqua acidulata dall'acido muriatico senza disciogliervisi; essa è ricca di tessuti ligamentosi e ordinariamente assai povera di adipe.

La carne di vitello si distingne pure in modo positivo dalle carni rosse, per esempio da quella di bue, per la minor quantità di ferro che essa contiene.

Nella seguente analisi delle ceneri della carne di vitello, eseguite da Staffel, vi è dedotto il sal marino.

Fosfato di potassa	68 , 05	PO_5 2MO. . .	73 , 71
di soda	5 , 66		
di calce	3 , 72	. . . . . .	9 , 97
di magnesia	6 , 25		
Acido fosforico libero			15 , 10
Ossido di ferro			0 , 30
Silice			0 , 92
			100 , 00

La cenere di carne di bue contiene, secondo Staffel, 1,06 di ossido di ferro.

Il ferro allo stato di ossido è uno dei componenti inorganici del sangue; esso forma (dednzion fatta del sal marino) più del 20 per 100 della quantità intera delle ceneri del sangue (dell'uomo, del bne, della pecora, ec.); la presenza costante del ferro nel sangue, come pure la grande quantità in cui esso vi si ritrova, attestano snfficientemente l'alta importanza che esso deve avere in quanto a' processi vitali.

Il ferro è uno dei principî essenziali della materia colorante del sangne, e perciò anche dei globuli sanguigni. I globuli del sangue sono gl' intermezzi di tntte le sue attnazioni; essi determinano lo scambio dei gas nella respirazione, tutt'i mutamenti organici e la produzione del calore e della forza. L'energia e la intensità di questi processi sono in ragion diretta del numero dei globuli, e per qnesti, anche con la proporzione del ferro contenuto nel sangue. Vi sono delle infermità, come molti casi di clorosi, in cui il numero dei globuli del sangne è diminnito di un quarto, ed in cui pnre la qnantità di ferro contenuta nelle sue ceneri si trova esserlo nella stessa ragione; e l'esperienza prova che i sintomi di questa malattia, la estrema lassezza delle mem-

bra, la debolezza, l'aspetto pallido, la bassa temperatura spariscono e la salute si ristabilisce perfettamente, dietro la somministrazione di piccole dosi di sali di ferro.

Ciò prova l'efficacia del ferro e la necessità della sua presenza negli alimenti. La formazione dei globuli del sangue senza ferro sarebbe un vero assurdo secondo il nostro modo di ragionare. Un nutrimento sostanzioso deve, in tutte le circostanze, contenere una certa quantità di ferro, corrispondente a quella che giornalmente è ridotta inattiva e che esce dal corpo pel canale intestinale. Se il ferro fosse escluso dagli alimenti, la vita organica non potrebbe sostenersi in alcun modo.

Gli alimenti vegetali, particolarmente i semi dei cereali, e per essi il pane, contengono altrettanto ferro quanto la carne di bue o in generale la carne rossa; la carne di vitello ne contiene un terzo di meno di quella di bue; il formaggio, le uova, e specialmente il pesce, ne contengono, proporzionatamente agli alcali, ancora meno che la carne di vitello. Il latte (0,47 per 100 di ferro), il formaggio, le uova ed il pesce spettano ai così detti *cibi magri;* ed è assai verosimile che lo scopo cui mirano le prescrizioni religiose, colla esclusione della carne e specialmente della carne rossa, trovino la loro spiegazione nel difetto del ferro.

Analisi delle ceneri

	di formag. svizz. precipitato col presame	di formag. estratto dal latte inacidito *(handkäs)*	di stoccofizzo amm. con acqua di calce e poi lavato
	JOHNSTON	JOHNSTON	ZEDELER
Alcali.	13 , 48	42 , 29 (1)	
Calce	39 , 22	8 , 92	40 , 218
Magnesia	1 , 77	0 , 00	3 , 272
Soda		(25,68 compresa	4 , 259
Potassa		tra gli alcali)	3 , 700
Ossido di ferro . .	0 , 35	0 , 40	0 , 537
Silice.	0 , 18	0 , 11	
Acido fosforico . .	45 , 00	47 , 88	16 , 775
solforico			1 , 643
carbonico			13 , 555
Sal marino . .	(vi è dedotto)	(vi è dedotto)	15 , 112
	100 , 00	99 , 60	99 , 071

(1) In questi alcali è compresa la soda che probabilmente per la decomposizione del sal marino si trova nelle ceneri del formaggio, poichè il latte non ha soda affatto, o ve ne sono appena delle tracce.

Cento parti di carne fresca danno 7,25 di cenere.

Le altre parti non combustibili della carne di pesce sono le stesse che quelle della carne di bue. Per la cottura del pesce, una parte degli elementi solubili della sua carne passa nel brodo, di cui ordinariamente non si fa uso; e per questa ragione vien diminuito il valore del pesce come alimento proprio alla sanguificazione. Principalmente piccolo è il potere nutritivo dei pesci disseccati e salati (come lo stoccofizzo), il quale ha bisogno di essere ammollito e dipoi lavato nell'acqua prima che venga adoperato come cibo.

In molti paesi della Germania si ammollisce lo stoccofizzo nell'acqua di calce. L'istinto trovò in questo uso il mezzo suggerito dalla scienza affin di ritenere nell'alimento una gran parte di acido fosforico sotto forma di fosfato di calce (osseo); ed è ancora l'istinto, questo infallibile consigliere degli uomini e degli animali, che insegnò di sopperire al difetto degli alcali nella carne di vitello, nei pesci e nelle uova, con l'addizione dei legumi verdi, delle patate e dell'insalata. Le erbe adoperate nel cucinare, sotto questo rapporto riempiono molte lacune. Maravigliosa è la quantità di sali, di terre alcaline, e di alcali contenuti nelle ceneri delle varie piante che servono agli usi della cucina: il sellero ne contiene 16 a 20 per 100; l'insalata ordinaria da taglio 23 a 24 per 100; le gemme del cavol-rosa fino a 10 per 100 più della pianta secca.

Per avere una chiara idea del potere nutritivo della caseina, della fibrina del sangue e dei tessuti gelatinosi, fa mestieri che la loro composizione si riguardi da un punto di vista più alto.

Classificando le sostanze componenti il corpo animale, che ne formano la massa principale, come pure la caseina e gli ultimi prodotti dei tramutamenti organici, in ragione della quantità di azoto che contengono relativamente a quella del carbonio, facendo precedere le sostanze meno azotate, si ottiene la serie che segue:

1. Albumina del sangue	contiene	1 equ.	di az.	per	8 equ.	di carb.
2. » della carne	»	1	»	»	8	»	»
3. » delle uova	»	1	»	»	8	»	»
4. Fibrina della carne . .	»	1	»	»	8	»	»
5. Caseina.	»	1	»	»	8	»	»
6. Condrina	»	1	»	»	8	»	»
7. Fibrina del sangue . .	»	1	»	»	7 3/7		»
8. Sostanza cornea e capelli	»	1	»	»	7	»	»
9. Tessuti gelatinosi memb.	»	1	»	»	6 1/3		»

10. Acido inosico	»	1	»	»	5	»	»
11. Glicocolla.	»	1	»	»	4	»	»
12. Creatina e creatinina .	»	1	»	»	2 2/3		»
13. Acido urico	»	1	»	»	2 1/2		»
14. Allantoina	»	1	»	»	2	»	»
15. Urea.	»	1	»	»	1	»	»

Tra le sostanze espresse in questa serie, l' albumina del sangue, delle uova e della carne e la caseina del latte sono state già spesse volte citate in queste lettere. La *condrina* è la sostanza organica delle ossa degli animali prima della ossificazione; essa somiglia sotto molti rapporti alla sostanza gelatinosa, ma ne differisce essenzialmente per la sua composizione. La *glicocolla* ha delle proprietà molto notevoli, imperocchè non essendo acida nè alcalina agisce ciò non ostante come acido e come base. Si può ottenere dalla gelatina, dall'acido colico e dall'acido ippurico e si può considerare come la copula di queste combinazioni. L' *acido colico* è una parte essenziale della bile; l'acido ippurico, l'acido urico, l'allantoina e l'urea sono altrettanti principî dell'urina. La sostanza cornea non è una combinazione semplice; e però la raschiatura di corno si putrefà quando coverta di acqua vien tenuta in un luogo caldo; la sua sostanza si decompone in due prodotti, di cui uno somiglia alla caseina e l'altro all'albumina; essi ne differiscono nulla di meno per la composizione.

Incomincia coll'albumina e termina coll'urea la serie delle combinazioni azotate che si producono nel corpo vivente. L'albumina è la combinazione più complessa, e l'urea è la più semplice di questa serie. L'organismo delle piante copula le combinazioni più semplici per formarne delle più complesse; nel giro della vita animale, al contrario, le combinazioni più complesse si scindono e vanno a formarne delle altre meno composte. Dall'albumina in giù le combinazioni contengono l'azoto dell'albumina; esse nascono dall'albumina sotto la influenza dell'ossigeno, per mezzo di eliminazioni successive del carbonio o di una combinazione di carbonio; e per questi corpi il processo della vita animale è un regresso che li risolve in combinazioni più semplici ed inorganiche. Dall'acido inosico in giù i composti che si succedono non posseggono più alcuna forma organica; la glicocolla, l'acido urico, l'allantoina e l'urea sono cristallizzabili, vale a dire, la loro forma è determinata da una forza inorganica.

Ora da ciò che precede noi comprendiamo benissimo come dalla fibrina della carne nasca la fibrina del sangue, e dalla fibrina del sangue la sostanza delle membrane e dei tessuti legamentosi. Ma dalla gelatina o dalla fibrina del sangue non si potrà mai produrre l'albumina; da una combinazione più complessa può nascere un'altra meno complessa, ma non viceversa; poichè un tale procedimento dal basso in alto sarebbe contrario a quello che le forze operano nel corpo animale.

Per la cooperazione di condizioni, che sono quelle appunto che operano nel corpo animale, noi siamo in grado di ottenere dall'acido urico l'allantoina, dalla creatina e dall'acido urico l'urea; e possiamo inoltre credere con ogni fondamento che dalle sostanze gelatinose otterremo un giorno l'acido urico e l'urea; dalla fibrina del sangue la sostanza delle membrane, appunto perchè queste trasformazioni si effettuirebbero discendendo la serie organica. Le leggi della distruzione sono sempre le prime che noi scopriamo; resta a sapersi se ci sarà dato giammai di scoprire quelle della riedificazione.

Spesso si è sostenuto, e noi stessi lo dicemmo nelle precedenti lettere, che l'albumina e la caseina sono identiche; ma questa proposizione non è rigorosamente esatta; non vi ha che la fibrina della carne e l'albumina del sangue che sono veramente identiche; ma l'albumina delle uova non lo è, perchè cogli stessi elementi essa contiene una metà più di *solfo*. È certo che questo solfo deve uscirne quando l'albumina delle uova si converte in albumina del sangue. Un rapporto simile, quantunque in senso inverso, ci vien presentato dalla caseina; per una quantità eguale di solfo questa contiene una maggiore quantità di carbonio, d'idrogeno e di azoto che l'albumina del sangue; ed è fuori di ogni dubbio che quando la caseina, questo principio del latte, si trasforma nell'organismo di un giovane animale in albumina del sangue, si deve eliminare necessariamente una combinazione contenente carbonio, idrogeno ed azoto, perchè solo in questa maniera può nascerne una sostanza più ricca di solfo.

Dei due acidi della bile, l'*acido coleico* contiene del solfo. Questa combinazione solforata deriva evidentemente dalla fibrina o dall'albumina del sangue, che contengono del solfo, e non dalla sostanza delle membrane e dei tessuti legamentosi che ne sono privi.

Se ora, per mezzo della media delle migliori analisi, ci fac-

ciamo ad esprimere per ogni 100 parti la composizione dei principî componenti del corpo animale, della caseina, come dei componenti la bile e l'urina, in equivalenti dei loro elementi, troveremo che questi, rispetto a quelli, si ritrovano nelle proporzioni seguenti:

I corpi sottosegnati contengono equivalenti di

	solfo,	di azoto,	di carb.,	d'idrog.,	di ossig.
Albumina del sangue » della carne Fibrina della carne	2	27	216	169	68
Albumina delle uova . .	3	27	216	169	68
Caseina.	2	36	288	228	90
Fibrina del sangue . . .	2	40	298	228	92
Condrina	»	9	72	59	32
Tessuti gelatiniferi . . .	»	13	82	67	32
Acido coleico	2	1	52	45	14
» colico	»	1	52	43	12
» urico.	»	4	10	4	6
Urea	»	2	2	4	2

Analisi dell'albumina del sangue, della caseina, della fibrina del sangue, della condrina e della gelatina, comparate con le formole di sopra.

	Albumina del sangue		Caseina		Fibrina del sangue		Condrina		Gelatina	
	form.	anal.	form.	anal.	form.	anal.	form.	anal.	form.	anal.
Solfo	1,3	1,30	0,9	0,9	0,8	1,0	—	—	—	—
Carbonio	53,5	53,50	53,7	53,6	53,4	53,2	49,4	49,2	49,3	49,4
Azoto	15,6	15,50	15,7	15,8	16,8	17,2	14,4	14,6	18,3	18,5
Idrogeno	7,0	7,16	7,1	7,4	6,8	6,9	6,7	6,9	6,7	6,9
Ossigeno	22,6	22,54	22,6	22,6	22,2	21,7	29,5	29,3	25,7	25,2
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

L'esattezza delle formole dell'acido coleico e dell'acido colico è stata provata da Strecker; Prout ed altri chimici stabilirono le formole dell'acido urico, dell'allantoina e dell'urea.

In queste formole nulla vi ha d'ipotetico, imperocchè sono espressioni numeriche dedotte dai fatti, e tanto vere quanto vere sono le analisi nel presente stato della scienza: esse ci offrono il vantaggio di rilevare a colpo d'occhio le differenze nella compo-

sizione di questi diversi corpi; ma forse vi ha in esse anche qualche cosa di più.

Se noi sapessimo con certezza che queste formole fossero per l'albumina, la fibrina del sangue, la caseina, la condrina ed i tessuti gelatinosi non solamente le espressioni più prossime delle proporzioni relative dei loro elementi, come realmente lo sono, ma ancora la esatta espressione del *numero* degli equivalenti contenuti in ciascuna minima particella, ovvero in ogni *atomo* delle medesime, allora queste formole sarebbero proprie a darci una conoscenza ben più profonda di quella che ora possediamo, sulla natura del processo della nutrizione e delle trasmutazioni organiche.

Pochi esempi basteranno a rendere più chiaro quanto ora abbiamo detto.

Se noi, per esempio, dalla formola precedente della caseina diffalchiamo gli elementi dell'albumina del sangue, dai quali sappiamo che essa si produce, avremo:

Equivalenti di	solfo,	azoto,	carbonio,	idrogeno,	ossigeno
Formola della caseina	2	36	288	228	90
Meno la formola dell'albumina del sangue	2	27	216	169	68
Restano	»	9	72	59	22

Come si vede, secondo le nostre analisi, si debbono dalla caseina separare certe proporzioni di carbonio, d'idrogeno, di azoto e di ossigeno, quando la medesima si converte in albumina. Ma forse recherà qualche maraviglia che gli elementi distaccantisi, tranne una certa quantità di ossigeno, siano precisamente gli stessi che contiene la condrina, di maniera che aggiungendo 10 equivalenti di ossigeno agli elementi della caseina, avremo una formola che in sè racchiude tutti gli elementi dell'albumina del sangue e quelli della condrina.

Equivalenti di	solfo,	azoto,	carbonio,	idrogeno,	ossig.
Formola della condrina	»	9	72	59	32
» dell'album. del sangue	2	27	216	169	68
Totale	2	36	288	228	100
Formola della caseina	2	36	288	228	100
Più 10 equival. di ossigeno	.	.	.	.	10

Forse si potrebbe da ciò conchiudere che la natura offre al giovane animale belli e formati, nel latte, non solo i principî com-

ponenti del sangue, ma ancora gli elementi necessari alla produzione delle sue ossa.

Non meno mirabili sono i seguenti confronti:

<table>
<tr><td>La formola dell'albumina
più 2 equiv. di acqua</td><td>contiene
gli elem.</td><td>di 2 di gelatina
di 1 di acido coleico</td></tr>
<tr><td>La for. della fibrina del sangue
più 8 equiv. di acqua</td><td>idem</td><td>di 1 di album. del sang.
di 1 di gelatina</td></tr>
<tr><td>La formola della condrina</td><td>idem</td><td>di 1 di acido colico
di 2 di acido urico
di 8 di acqua</td></tr>
<tr><td>La formola della gelatina
più 10 equiv. di ossigeno</td><td>idem</td><td>di 1 di acido colico
di 3 di acido urico
di 12 di acqua</td></tr>
<tr><td>La formola dell'albumina
più 10 equiv. di acqua
più 56 equiv. di ossigeno</td><td>idem</td><td>di 1 di acido coleico
di 2 di acido colico
di 12 di urea
di 36 di acido carbon.</td></tr>
</table>

Noi riteniamo come una verità che non abbisogna di una particolare dimostrazione, che dall'albumina derivano la gelatina, l'acido coleico e la fibrina del sangue; che dalla gelatina e dalla condrina si formano l'acido urico e l'urea. Le formole, nello stato delle nostre attuali conoscenze, esprimono sotto quali rapporti queste trasformazioni possono operarsi, e non già sotto quali rapporti realmente succedono. È questo precisamente il punto ipotetico di queste formole, poichè noi non abbiamo alcuna pruova dell'esattezza di queste decomposizioni nelle proporzioni accennate; esse hanno soltanto per sè i fondamenti della probabilità.

Con la massima certezza però si ha come risultamento, che l'albumina, più 10 equivalenti di acqua, racchiude esattamente gli elementi della sostanza delle membrane e dell'acido coleico; che la fibrina del sangue forse non è se non l'albumina del sangue, la metà trasformata in gelatina; che la gelatina, sotto la influenza del processo della respirazione, può decomporsi esattamente in acido colico, in acido urico od in urea, in acido carbonico ed acqua; che se nelle trasformazioni organiche si forma l'acido urico della gelatina, rimangono gli elementi dell'acido colico; che finalmente i principî dell'urina e quelli della bile debbono di necessità serbare un rapporto molto intimo tra loro.

Da queste formole noi deduciamo pure, che il valore nutritivo della caseina del latte è maggiore pei bambini e minore per

gli adulti di quello dell'albumina; perchè non vi ha dubbio che la natura adopera nel corpo giovane l'eccesso degli elementi contenuti nella caseina sopra quelli dell'albumina, a qualche fine che non ha più alcun valore per l'animale adulto. Noi da ciò conchiudiamo ancora, che la gelatina mangiata nei cibi non è atta alla sanguificazione, e che essa aumenta la produzione della bile e dell'urina, come di già è da lunghissimo tempo dimostrato dall'esperienza per quanto almeno spetta al prodursi di queste ultime (1).

Il glutine dei cereali come pure l'albumina dei succhi vegetali, hanno una composizione identica con quella dell'albumina del sangue; la caseina vegetale possiede la composizione della caseina animale.

Le proporzioni dei sali o delle parti non combustibili sono molto soggette a variare nelle diverse specie di cereali. Nel frumento l'acido fosforico varia da 40 a 48 (Th. Way ed Ogston) e fino a 60 per 100 (Erdmann (2)). Vi ha del grano le cui ceneri hanno una composizione identica con quella della carne lisciviata dalla cottura, e non si può provare con certezza che l'uso esclusivo del pane di frumento possa molto a lungo sostenere la vita (3).

(1) È noto che in virtù dell'effetto che i mezzi di ossidazione producono sopra la colesterina, si genera un acido particolare, l'acido colesterico (Redtenbacher). Questo stesso acido si produce pure in modo simile dall'acido colico e dall'acido coleico (Schlieper); nè si ottiene da nessun'altra parte o prodotto del corpo animale. Questa reazione stabilisce un rapporto tra gli acidi della bile ed il grasso bilioso che in sì grande quantità s'incontra in questa secrezione; nè sembra impossibile che la colesterina sia un prodotto della trasformazione degli acidi della bile che si opera nel processo organico. Non si conosce finora ciò che di questi acidi addiviene.

(2) Analisi delle ceneri di frumento, di Erdmann.

(Deduzione fatta dell'ossido di ferro, di 1,33 per 100 di silice, e di 3,37 per 100 di sabbia)

Fosfati alcalini	(PO_5 MO	49 , 18
» terrosi	(PO_5 MO	23 , 13
Acido fosforico libero		27 , 69
		100 , 00

Si paragonino con questa le eccellenti analisi di Th. Way e Ogston.

(3) » È forse il fior di farina di frumento un alimento così perfetto come la farina non stacciata? Io non lo credo; e mi rammento a questo proposito dell'esperienza di Magendie, che vide morire dopo 40 giorni un cane cibato esclusivamente di pane bianco di frumento, mentre un altro cane,

Il così detto fior di farina di frumento contiene maggior quantità di amido che la farina ordinaria; la crusca di frumento contiene la proporzione più ricca di glutine.

Il fior di farina di frumento d'America è una delle farine le più ricche in glutine e perciò anche delle più nutritive.

La farina ed il pane di segala contengono una sostanza simile per le sue proprietà alla gomma dell'amido (alla così detta destrina), che si converte facilmente in zucchero. L'amido dell'orzo si approssima, per certe sue proprietà, alla cellulosa, e si digerisce meno facilmente. L'avena in preferenza è ricca di molti principî plastici; l'avena di Scozia ne contiene più di quella che si coltiva in Germania ed in Inghilterra (R. T. Thomson); le ceneri di questo cereale, deduzion fatta della silice delle pellicole, contengono quasi gli stessi principî delle ceneri del succo di carne.

Per agevolare la separazione della farina dai gusci, molti mugnai sogliono leggermente inumidire il grano prima di macinarlo. Ove non si tolga tutta questa umidità, seccando accuratamente la farina per mezzo di un calore arteficiale, essa col tempo si guasta, prende di muffa, si agglomera e diviene al tatto simile al gesso. La pasta di una simile farina è untuosa e dà un pane pesante compatto e non poroso. Quest' alterazione viene ingenerata da un' azione del glutine, determinata dall'umidità, e per cui si formano nella farina gli acidi acetico e lattico, che rendono solubile nell'acqua il glutine che per sè stesso non lo è.

Molti sali rendono di nuovo il glutine insolubile, formando, come sembra, con esso una combinazione chimica. Circa trenta anni or sono i panettieri del Belgio scopersero, nell' aggiungere alla farina il (velenoso) *vetriuolo di rame*, un mezzo di fare colla farina guasta un pane somigliante nell' aspetto e per i caratteri esterni al più bel pane di frumento. Ma correggendo così le proprietà fisiche della farina se ne deterioravano le proprietà chimiche. L'*allume* agisce come il vetriuolo di rame. Aggiunto alla pasta rende il pane bianchissimo, elastico, fermo e secco. Pare che i panettieri di Londra, colla mira di soddisfare alle premurose ricerche di un pane bianco, più bianco di quello che viene ordinariamente somministrato dall'eccellente farina di frumento dell'Inghilterra o dell'America, sieno stati costretti a mescere dell' al-

nutrito di pane nero (farina e crusca) rimaneva in vita e senza la menoma alterazione di salute » (Millon. *Compte rendues* Tom. xxviii pag. 40).

lume a tutte le farine nella panificazione. In una fabbrica di allume, nella Scozia, io vidi piccole montagne di questo sale in polvere finissima destinata pei panettieri di Londra.

Gli stranieri, in generale, trovano che il pane di Londra è difficile a digerirsi. Questo si può spiegare, considerando che l'acido fosforico forma coll'allumina una combinazione chimica che difficilissimamente vien decomposta dagli acidi e dagli alcali. La aggiunzione di una piccola quantità di acqua di calce alla farina che ha preso di muffa produce lo stesso effetto dell'allume e del vetriuolo di ramè, senza produrre gli stessi inconvenienti.

L'intima unione della saliva col pane, nella masticazione, è una condizione favorevole alla pronta digestione dell'amido; e però la forma che la farina assume nel pane poroso ne agevola la digestione.

La porosità della pasta del pane è l'effetto di una fermentazione. Si aggiunga alla pasta il lievito di birra, che mette in fermentazione lo zucchero che nasce dall'azione del glutine sull'amido, e l'acido carbonico che si forma in tutte le parti della pasta produce così delle bolle che ne rendono porosa la intera massa.

Nel pane di segala si adopera *il lievito:* alla pasta fresca si aggiunga una certa quantità di pasta in fermentazione; questo lievito trasforma una certa quantità di zucchero in acido acetico ed in acido lattico, cosicchè il pane ne riceve una leggiera reazione acida.

Molti chimici sono dell'opinione, che la farina per effetto della fermentazione della pasta provasse una perdita di sostanze nutritive, in seguito ad una decomposizione del glutine. Si è dunque proposto di rendere la pasta porosa senza fermentazione, col mezzo di sostanze che per la loro miscela sviluppano del gas acido carbonico: considerata però più da vicino, apparisce quest'opinione assai poco fondata.

Impastandosi la farina coll'acqua, e lasciando la pasta ad un dolce calore, succede nel glutine un'alterazione simile a quella cui soggiace l'orzo inumidito, nella fabbricazione della birra, in atto che i granelli cominciano a tallire. Questa alterazione ha per effetto la trasformazione dell'amido in zucchero. Nella preparazione del malto la maggior parte dell'amido si trasforma in tal modo; nella pasta del pane poche parti per cento solamente subiscono questa trasformazione. Una piccola parte del glutine passa allora allo stato solubile, in cui acquista le proprietà dell'albumina

e intanto non perde nè punto nè poco della sua facoltà di venir digerito, nè del suo valore nutritivo.

Non si possono unire la farina e l'acqua senza che dall'amido si formi lo zucchero; ed è questo zucchero appunto, e non già il glutine, quello di cui una parte entra in fermentazione e si decompone in acido carbonico ed in alcool.

È noto che il potere nutritivo del malto non è inferiore a quello dell'orzo col quale si prepara, comechè il glutine in tale operazione provasse un'alterazione molto più radicale che nella panificazione. Difatti le esperienze fatte nella fabbricazione dell'acquarzente con le patate dimostrano chiaramente, che gli elementi plastici di questo tubero e quelli del malto aggiuntovi, dopo che hanno percorso tutto il processo della formazione dello zucchero e quello della fermentazione, non si ritrovano di aver perduto sensibilmente della loro facoltà nutritiva. Non può dunque esser quistione di una perdita nel glutine durante la panificazione. In quest'ultima non si consuma che una piccolissima quantità di amido pel formarsi dello zucchero; ed il processo della fermentazione non solo è il migliore ed il più semplice, ma è anche il più economico tra tutti i mezzi che vengono raccomandati per rendere il pane poroso. I chimici d'altronde non dovrebbero, in generale, giammai proporre dei prodotti chimici per usi domestici, imperocchè questi prodotti non si trovano quasi mai allo stato puro in commercio. Così, per esempio, l'acido muriatico grezzo del commercio, che venne raccomandato di mischiarsi unitamente al bicarbonato di soda con la pasta del pane, è sempre impurissimo e contiene molto spesso una certa quantità di arsenico. Il chimico non adopera mai questo acido pei suoi lavori, che sono assai meno importanti, senza prima assoggettarlo a dei processi di purificazione molto circostanziati.

Le proposizioni che sinora si son fatte nei tempi di carestia e di fame per surrogare la farina nel pane, e rendere questo più a buon mercato, dimostrano quanto si è ancora lungi da una dietetica ragionevole, poggiata sopra fondamenta scientifiche, e quanto poco sieno conosciute ancora le leggi della nutrizione. Nel prezzo degli alimenti avviene la stessa cosa che in quello dei combustibili. Quando uno si dia la pena di comparare tra loro i prezzi dei differenti carbon-fossili, delle legna da bruciare, delle ligniti e delle torbe, si troverà che la moneta spesa per un dato peso o una data misura di questi combustibili, per quanto è possibile,

è in ragione del loro vero valore di combustibili, vale a dire del numero dei gradi di calore che essi sviluppano nel bruciarsi. In un luogo dove si brucia legno di faggio, di quercia e di abete, la scelta del legno non si regola sul suo prezzo o sul suo vero valore come combustibile, che sarebbe cosa indifferente, ma la preferenza nella scelta deve corrispondere allo scopo per cui il legno si adopera. Quando il focolare è ampio, largo o molto lungo, il legno di abete è da preferirsi perchè la sua fiamma occupa un maggiore spazio; quando, al contrario, il focolare è piccolo e stretto, si dà la preferenza al legno di faggio, e ciò per i carboni che esso dà. Nella estimazione di un tal valore un singolo individuo può facilmente ingannarsi, ma l'esperienza giornaliera di molte migliaia d'individui compensano gli errori.

Il prezzo medio delle sostanze alimentari in un gran paese è ordinariamente la misura del loro potere nutritivo; le differenze del prezzo da un luogo all'altro provengono da circostanze locali, (difficoltà o facilità dei trasporto, buone o cattive strade, canali, fiumi, ec.). Per lo scopo della nutrizione, la segala non è meno cara del frumento; il riso e le patate non costano meno cari del grano; sotto il rapporto della sua qualità nutritiva la farina di frumento non può venir surrogata con vantaggio da altre sorte di farina; solo nei tempi di carestia e di fame si alterano alquanto questi rapporti. Allora le patate ed il riso acquistano un prezzo più alto, perchè al loro potere nutritivo viene ad associarsi un altro valore, che sempre posseggono, è vero, come alimenti della respirazione, ma che non si pone a calcolo nei tempi di abbondanza.

Per rendere il pane più a buon mercato, si è proposto di aggiungere alla pasta del pane l'amido delle patate o la destrina, il riso, polpa di navoni, patate crude e spremute o patate cotte; ma tutte queste aggiunzioni diminuiscono il valore nutritivo del pane.

L'amido di patate, la destrina o la polpa di navoni danno una miscela, il cui potere nutritivo è eguale o inferiore ancora a quello delle patate; e però il convertire la farina dei cereali in un alimento di qualità simile alle patate o al riso, niuno certamente crederà che sia un miglioramento. Il vero problema a sciogliere sarebbe quello, di rendere le patate o il riso eguali alla farina di frumento nella facoltà nutritiva, e non già di fare il contrario. Ad ogni modo il miglior uso che si possa fare delle patate consiste, nel mangiarsele col pane, semplicemente cotte nell'ac-

qua; l'autorità dovrebbe anche vietarne l'aggiunzione al pane a causa delle frodi inevitabili. L'aggiungere piselli o faggiuoli alla farina di segala o anche formaggio bianco, come si usa in Baviera (D.r Vogel), corrisponde molto più allo scopo; ma con ciò nulla si guadagna rispetto al prezzo.

Un vero risparmio e una vera utilità arrecano effettivamente solo quei residui, che nel corso ordinario delle cose non vengono consumati come nutrimenti dagli uomini. In Inghilterra, per esempio, parecchie migliaia di quintali della migliore farina di frumento si adoperano alla produzione dell'amido, che serve per apparecchiare le tele di cotone; e la massima parte del glutine (12 a 20 per 100 di farina secca), che in questa fabbricazione rimane, va perduta in quanto all'alimentazione degli uomini. Negli esperimenti degli Accademici francesi, si nutrirono dei cani per 9 giorni esclusivamente con glutine di frumento, che da quegli animali si mangiava crudo, senza disgusto, senza interruzione e senza che si notasse alcuna sensibile perturbazione nella loro salute.

Il glutine di una fabbrica di amido, analizzato da Kekulè, ha dato 1 ad 1,25 per 100 di ceneri, contenenti:

Potassa	Soda	Calce	Magnesia	Ossido di ferro	Acido fosforico	Acido solfor.	Cloro	Totale
7,87	2,14	17,31	12,08	7,13	52,08	0,69	0,09	99,39

Escluse le parti organiche del succo della carne non vi ha alcuna sostanza la quale, nelle sue proprietà ed in ordine al valore nutritivo, più si accosti alla fibrina della carne quanto il glutine del frumento. Bollito in poca quantità di acqua salata, disseccato e ridotto in grossa farina, il glutine si conserva facilmente, e con un poco di estratto di carne e con le ordinarie erbe di cucina fornisce una zuppa la più corroborante, la più gustosa e la più nutriente. Come provvigione di bocca per le navi e per le fortezze, il glutine secco di frumento (accompagnato all'estratto di carne) ci dispenserebbe dalla necessità di conservare la carne in quantità così grandi.

Nella preparazione della birra avviene, come è noto, che i principi plastici dell'orzo si separano dall'amido. Quelli tra loro che disciolti nella birra si precipitano durante la fermentazione sotto forma di lievito, vanno perduti quanto allo scopo della nutrizione. Soltanto quella parte di essi che rimane nei gusci dell'orzo vien adoperata come buon foraggio, particolarmente

per le vacche che danno latte. Nella preparazione del mosto della birra, si deposita al di sopra dello strato del gusci una massa pastosa, ch'è composta di particelle sottilissime di farina separate dal malto per un effetto meccanico che l'acqua vi ha prodotto. I fabbricanti tedeschi di birra chiamano questa sostanza *deposito superiore* (oberteig). Questo deposito contiene fino a 26 per 100 di parti plastiche, e 4 a 8 per 100 di amido, ed aggiunto alla farina (a parti uguali), malgrado la grande quantità di acqua contenutavi, dà un pane senza difetto. Le birrerie del Wurtemberg producono annualmente circa 30000 quintali di pasta di malto i quali, secondo Schlossberger, potrebbero dare 17000 quintali di pane. Tutti questi mezzi che negli anni di carestia si usano per attenuare la miseria delle classi più povere, non hanno che un valore locale assai ristretto; e per gli abitanti di un paese vasto, rispetto al consumo, giovano assai poco. Solo un mezzo durevole vi ha da seguirsi per ogni dove; esso consiste, a fare il pane con la farina sottilissimamente macinata ma non stacciata, vale a dire, a lasciarvi la crusca affinchè tutta la sostanza alimentare esistente nel grano venga rivolta in beneficio dell'uomo.

Nell'anno 1668, un'ordinanza di Luigi XIV proibì, con minaccia di forti multe in denaro, di rimacinare la crusca; il che, per la disposizione dei mulini di quei tempi, cagionò una perdita del 40 per 100. Nel secolo diciannovesimo, Vauban estimò che la consumazione di frumento fatta in un anno da un soldato ammontasse a circa 712 libbre (=400 rot.), quantità che ora basta quasi a due uomini. Ai nostri tempi, in seguito del perfezionamento dei mulini, si guadagnano quantità prodigiose di materie alimentari, di cui annualmente il valore ascende a molte centinaia di milioni. Queste sostanze utili alla nutrizione tornano adesso in vantaggio degli uomini, mentre altra volta non servivano fuorchè per le bestie, per le quali era infinitamente più facile il sostituire altri alimenti, non atti ad essere consumati dall'uomo. Sull'alto valore della crusca come sostanza nutritiva, già da lungo tempo, principalmente da Millon, fu richiamata l'attenzione del pubblico. Il frumento non contiene più del 2 per 100 di materia legnosa non atta alla digestione, ed il mulino, qualora fosse perfetto in tutta la estensione del termine, non dovrebbe dare più di questa quantità di crusca. Ma i nostri migliori mulini ne danno ancora da 12 a 20 parti per 100, (10 parti di grossa crusca, 7 parti di crusca fina, e 3 parti di farina di crusca); i mulini or-

dinari danno fino al 25 per 100 di crusca, la quale così contiene da 60 a 70 per 100 degli elementi più nutritivi della farina.

Composizione della crusca di frumento secondo:

	Amido.	Glutine.	Zucch.	Grasso.	Legno.	Sali.	Acqua	
Millon.	52, 0	14, 9	1, 0	3, 6	9, 7	5, 0	13, 8	=100
Kekulé.	67, 3			4, 1	9, 2	5, 6	13, 8	=100

È evidente che adoperando alla panificazione la farina non stacciata, la massa del pane aumenta almeno di 1/6, di 1/5, ed il prezzo del pane può scemare in ragione della differenza fra il prezzo della crusca (come foraggio) e quello della farina. Come aggiunto alla farina, la crusca acquista nei tempi di carestia un valore assai più grande, e non può esser surrogata da nessun'altra sostanza alimentare. La separazione della crusca dalla farina è un affare di lusso e dannoso anzi che utile alla nutrizione. Anticamente, fino all'epoca dell'Impero romano, non si conosceva che cosa fosse la farina stacciata. In molti luoghi della Germania, principalmente nella Vestfalia, la crusca s'impasta con la farina per la panizzazione del così detto *pumpernickel*, e non vi ha verun altro paese in cui gli organi digestivi degli abitanti sieno in migliore stato che in quello. I confini del Basso-Reno e della Vestfalia si riconoscono per la mole singolare dei residui dei cibi digeriti, residui che i passaggieri depongono lungo le siepi e presso i cespugli: e sono questi segnalati documenti del valore di una buona digestione che forse ai medici d'Inghilterra suggerirono l'idea, di raccomandare ai signori Inglesi l'uso del pane di farina non stacciata, che in molte case fa parte della colazione.

Tra tutte le arti degli uomini niuna gode di una più giusta estimazione e di niuna i prodotti sono più generalmente apprezzati di quanto vien che sia quella che ha per oggetto la preparazione dei cibi. Diretto da un quasi intelligente istinto, guida esperta che gl'indica le vie, e dal gusto, custode della salute, l'esperto cuciniere, rispetto alla scelta e la preparazione dei cibi, sulla maniera di combinarli e di distribuirli nei pasti, acquistò delle conoscenze che sorpassano quanto mai la chimica e la fisiologia hanno saputo effettuare circa la dottrina della nutrizione. Nella zuppa e negli umidi condimenti della carne, egli imita il succo gastrico; e nel formaggio, con cui chiude il pasto, egli appoggia l'effetto dissolvente dell'epitelio dello stomaco. La men-

sa imbandita appare all'osservatore come una macchina le di cui parti armonicamente congiunte sono ordinate in modo da produrre un massimo di effetto quando vengono poste in azione. L'intelligente cuoco accoppia in una giusta proporzione le sostanze sanguificanti con quelle che sono gl'intermezzi della dissoluzione degli alimenti e della produzione del sangue; egli evita ogni sorta di stimolazione inutile, che di per sè non si compensa negli effetti; egli ha cura del bambino, del vecchio e di ambedue i sessi.

Non meno conformemente alle leggi della natura, la intelligente ed esperta madre o nutrice sceglie i cibi pel fanciullo; esse gli somministrano in preferenza latte e cibi farinacei, accompagnati sempre da frutti; la carne degli animali adulti, la quale è ricca di terra ossea (fosfato di calce), è da esse preferita a quella di animali giovani e le aggiungono sempre dei legumi verdi; esse sogliono dare al fanciullo in preferenza le ossa a rosicchiare (1), ed escludono dalla nutrizione di esso la carne di vitello, i pesci e le patate; per il bambino irritabile, i cui organi digestivi sono deboli, esse aggiungono una infusione di orzo alla pappa di farina; invece di zucchero di canna, gli somministrano zucchero di latte, eccellente alimento della respirazione, preparato dalla natura stessa (2); lasciano finalmente al bambino, e senza limite, l'uso del sal comune.

Non si saprebbero contestare gli effetti ineguali che i diversi cibi producono sulle funzioni del corpo e dello spirito umano, come neanche si potrà negare che esiste una connessione tra essi e le cagioni fisiologiche e chimiche, ma finora appena si è tentato darne una spiegazione che fosse conforme alle leggi di una investigazione razionale della natura.

Taluni scrittori sostengono che la carne ed il pane contengono del fosforo e che il latte e le uova racchiudono, ai pari del cervello, una materia grassa fosforosa; essi quindi soggiungono che all'adipe fosforifero sia connessa l'origine e conseguentemente anche l'attività del cervello. Quindi, come essi dicono, non si può

(1) Nella provincia dell'Assia superiore, nei dintorni di Giessen, i contadini fanno uso dell'acqua di calce pura come di un rimedio di cosa efficace nella dentizione dei bambini. I piccoli la bevono avidamente a cucchiarini da caffè.

(2) Nelle cascine d'Inghilterra vanno perdute nel siero annualmente migliaia di quintali di questo prezioso alimento della respirazione.

ammettere nei pensatori una soprabbondanza di fosforo (poichè questi ne consumano molto), e che sempre sia vero che *non vi è pensiero senza fosforo* (Vedi il libro di Molescott: *Lehre der Nahrungsmittel für das Volk*. Erlangen 1850 p. 116). Ma la scienza non conosce alcun argomento che provi come il corpo degli animali ed il nutrimento degli uomini e delle bestie contenga, come tale, il fosforo, in quella forma cioè, sotto la quale vi si trova il solfo. Già da molto tempo è dimostrato, come la minor quantità di acido fosforico che si ottiene per l'incenerimento dei corpi animali o delle sostanze alimentari, non operando invece per via amida, è una mera perdita cagionata dal calore che in presenza del carbone decompone e volatilizza l'acido fosforico, ciò che si potrebbe impedire aggiungendovi semplicemente un alcali o una rerra alcalina che fissa l'acido fosforico. Fino ad ora non si è ancora provata la esistenza del fosforo (non dico già dell'acido fosforico) nè nel cervello, nè negli alimenti, nè in qualsiasi materia grassa del corpo. L'esistenza di simili combinazioni del fosforo, e la loro influenza sulla produzione del pensiero nel cervello umano sono, per l'ordinario, le opinioni di taluni dilettanti nelle scienze naturali, e derivano da vedute superficiali che non hanno il benchè minimo fondamento scientifico.

Certo è, che tre uomini, uno dei quali siasi nutrito con carne di bue e pane, l'altro con pane e formaggio o pure con baccalà, il terzo con patate, ciascuno dei tre riguarderebbe sotto un aspetto ben differente una difficoltà che loro si presentasse. L'effetto che gli alimenti producono sul cervello e sui nervi varia evidentemente a seconda di certi principî loro proprî.

Nell' Istituto anatomico di Giessen fu tenuto un orso, il quale fintantochè non ebbe se non pane per nutrimento mostrava di avere un'indole perfettamente quieta; ma pochi giorni di nutrimento animale bastarono per renderlo indocile, proclive a mordere ed anche pericoloso pel suo guardiano; è noto che la irascibilità *(vis irascibilis)* dei porci, per l'uso della carne, può essere accresciuta a segno che assalgono gli uomini.

Gli animali carnivori sono ordinariamente più forti, più audaci, più bellicosi degli erbivori, che diventano la loro preda. La stessa differenza si osserva tra le nazioni che vivono di vegetabili e quelle la cui nutrizione principale consiste in carne.

Se la forza di un individuo consiste nella somma degli effetti dinamici che quotidianamente esso è in grado di produrre senza

danno della sua salute, per superare qualche resistenza od ostacolo fisico, questa forza sta evidentemente in rapporto diretto cogli elementi piastici del suo nutrimento. I popoli che si nutrono di frumento e di segala, sono perciò più forti di quelli che si cibano di riso e di patate; e questi ultimi sono più robusti de' negri che mangiano la Cassave, la Tapioca, il Coscossù o il Taro.

Altri rapporti esistono per gli alimenti della respirazione; essi si distinguono principalmente per la prontezza e durata dei loro effetti.

Ci vogliono delle ore, perchè l'amido del pane, che si discioglie nello stomaco e negli intestini, passi nei sangue e vi faccia il suo effetto; lo zucchero di latte e lo zucchero di uva non abbisognano in guis'alcuna di essere in qualunque modo preparati, perchè a ciò sopperiscono gli organi della digestione; essi passano più rapidamente nel sangue. L'effetto del grasso è il più lento, ma pure persiste per più lungo tempo. Di tutti gli alimenti respiratori, l'alcool è quello che agisce più di tutti prontamente.

Il vino ed i succhi vegetali fermentati, in generale, si distinguono dalle acquarzenti *(Branntwein)*, per ciò appunto che essi contengono alcali ed acidi organici e certe altre sostanze che la chimica non ancora si trova di poter definitamente indicare. La birra è una imitazione del vino. L'acquarzente si compone di acqua e di una parte costituente del vino.

In virtù dei principi che gli son propri, il vino contiene nella sua miscela un certo numero di condizioni per la riunione delle quali nel corpo dell'uomo vengono, dopo un certo tempo, a scemare più o meno gli effetti dell'eccitamento cagionato nelle funzioni del cervello e della midolla spinale, dall'impressione che l'alcool produce sul sistema nervoso; cosicchè l'uso del vino cagiona danni assai minori di quelli dell'uso delle acquarzenti.

Il valore che il vino ha in commercio è in ragione diretta dei suoi effetti immediati e in ragione inversa dei suoi effetti lontani (1). A condizioni eguali, il suo prezzo è tanto più alto, quanto più innocui ne sono resi gli effetti da un corrispondente accrescimento nell'attività del processo di secrezione pulmonale e renale.

Nell'estimazione del vino, l'alcool vien sempre messo a cal-

(1) Gli effetti prodotti dal vino bevuto in quantità non moderata si dinotano in tedesco col nome di *Katzenjammer* (miagolio).

colo; ma nei vini poderosi il prezzo non è in rapporto colla quantità dell'alcool, ma bensì dei principî non volatili che essi contengono.

Vini del Reno secondo il loro valore in commercio.

Vini	contengono in alcool	in resid. solidi	Analizz. da
Steinberg, dell'anno 1846	10 , 87	10 , 55	Fresenius
Markobrunn.	11 , 14	5 , 18	idem
Hattenheim.	10 , 71	4 , 21	idem
Steinberg, dell'anno 1822	10 , 87	9 , 94	Geiger
Rüdesheim	12 , 61	5 , 39	idem
Markobrunn.	11 , 60	5 , 10	idem
Geisenheim.	12 , 60	3 , 06	idem

Il fiore, la fragranza o il sapore (*bouquet* dei francesi) del vino influisce sul prezzo di esso sol perchè è l'indizio di tutti i suoi effetti collettivi.

I vini schietti del Reno e parecchi vini di Bordeaux si distinguono da tutti gli altri per l'innocuità dei loro effetti. È appena credibile quanto vino si bevano, nelle contrade renane, individui di ogni età, senza alcun sensibile danno della salute, sia del corpo che dello spirito. In niun luogo la gotta e la malattia della pietra sono così rare come nelle regioni del Reno, così favorite dalla natura. In niuna contrada della Germania i farmachi hanno un prezzo proporzionatamente così modico, come nelle ricche città del Reno; perchè è il vino colà la medicina universale, così pei sani come per gl'infermi, in modo ch'è il latte pei vecchi (vedi l'appendice).

Come alimento della respirazione, l'alcool si accosta più di ogni altro al grasso; mediante l'uso dell'alcool si potrebbe far senza degli alimenti amidacei e zuccherini; l'alcool non si accoppia col grasso. In quanto al prezzo, l'alcool e le bevande alcooliche sono gli elementi più costosi della respirazione; gli effetti che essi producono nel corpo come alimenti respiratori, si possono ottenere dagli alimenti ricchi di amido e di zucchero ad un prezzo quattro o cinque volte minore.

Non altrimenti che gli alimenti delle piante e degli animali, quelli dell'uomo dovrebbero essere di natura indifferente e non dovrebbero esercitare alcuna influenza, nè chimica, nè particolare, sull'organismo sano; essi non vi dovrebbero nè accelerare nè ritardare la trasmutazione della materia.

Sotto questo punto di vista, l'uomo potrebbe perfettamente

fare a meno di usare il vino e le bevande alcooliche; e quantunque l'uso già fattone non riesca sempre dannoso alla salute degli individui, pure esso reca detrimento alle loro forze.

Queste bevande accelerano la trasmutazione delle materie nel corpo e determinano verso il suo interno un consumo di forza, la quale cessa di essere produttiva, non essendo più disponibile perchè possa venire impiegata a superare resistenze, cioè al lavoro (1).

Si volle in molti paesi attribuire la povertà e la miseria al crescente consumo dell'acquarzente; questo è un errore. L'uso dell'acquarzente non è la causa, ma l'effetto della miseria. È un eccezione alla regola che un uomo ben nutrito divenga bevitore di acquarzente. Ma quando un uomo che lavora guadagna colle sue fatiche meno di quanto gli bisogna per procurarsi la quantità di alimenti necessari onde possa intieramente ristaurare le sue forze e la sua attitudine al lavoro, una imperiosa ed inesorabile necessità della natura lo sforza a far ricorso all'acquarzente; gli

(1) Le persone abituate all'uso del vino ne perdono il desiderio e il gusto quando prendono l'olio di fegato di merluzzo.

Dopo la istituzione delle Società di temperanza, si credette giusto in molte famiglie inglesi, di compensare in denaro la birra che ricevevano quotidianamente le genti di servizio, una volta membri di questa società, che non bevevano più. Ma le accorte massaie ben presto si avvidero che il consumo mensile del pane aumentò in una proporzione che le sorprendeva, di maniera che si pagava due volte la birra; una volta in denaro ed un'altra volta in un equivalente di pane.

In occasione che i membri del Congresso della pace si riunirono in Francoforte sul Meno, il padrone di allora del celebre Albergo di Russia mi comunicò, con sua gran maraviglia, come vi era stata una vera mancanza nel consumo di certe vivande, specialmente di farinacei, di pudding, ec. Cosa inaudita per una casa in cui le quantità e la natura dei piatti che ordinariamente servono alla mensa per un numero determinato di persone, sono conosciute e fissate da molti anni. Ciò avveniva perchè l'albergo era pieno di amici della pace, i quali tutti erano membri della Società di temperanza, e non bevevano vino. Il sig. Sarg osservò che le persone che si astengono dal vino mangiano sempre in proporzione molto di più. Così nei paesi ove il vino si produce in abbondanza, il prezzo del vino è sempre compreso nel prezzo del pasto, e chi mangia alla tavola rotonda non crede ingiusto pagare il vino anche non avendolo bevuto.

Shakespeare: Re Errico iv, atto ii, scena 4 — Principe Errico. Ma ciò è mostruoso: solo per un mezzo penni di pane tutta questa quantità di *sect!* (vino delle Canarie).

tocca di lavorare, ma per la insufficienza della sua nutrizione gli vien tolta ogni giorno una certa quantità di forza per sostenere la fatica. L'acquarzente, per la sua azione sopra i nervi, gli permette di riparare, *a spese del suo corpo*, la forza che gli manca, di consumarne cioè oggi quella quantità che nell'ordine naturale delle cose si avrebbe forse dovuto adoprar l'indomani. È come una lettera di cambio sulla sua salute, una lettera di cambio che bisogna sempre prolungare, perchè mancano i mezzi di saldarla. Il lavoratore consuma il capitale invece degl'interessi; quindi ne segue in ultimo inevitabilmente il fallimento del suo corpo.

Il tè, il caffè e il cioccolatte, per la loro influenza sui processi vitali, si distinguono da quella che vi esercita il vino.

Ove si consideri, che in Europa ed in America si consumano più di 80 milioni di libbre di tè, e nei paesi dell'Unione doganale tedesca più di 60 milioni di libbre di caffè in ciascun'anno; che in Inghilterra ed in America il tè fa parte della nutrizione giornaliera del più povero operaio non meno che del più ricco nobile, o proprietario di stabili; che in Germania il popolo nelle città e nelle campagne è tanto più attaccato all'uso del caffè, quanto più la miseria gli restringe la scelta tra tant'altri alimenti; e se finalmente si consideri che il salario, tenuissimo che sia, vien sempre diviso in due parti, l'una pel caffè, l'altra pel pane e le patate; certo a fronte di questi fatti bisogna pur convenire che l'uso del tè e del caffè non sia affare di pura abitudine, come taluni pretendono (Knapp, ec. *Nahrungsmittel.* Braunschweig 1847).

Vero è, che migliaia di milioni di uomini vissero senza conoscere nè il tè, nè il caffè, e l'esperienza giornaliera dimostra che si può farne a meno in certe circostanze, senza che le funzioni puramente animali ne risentissero danno; ma sarebbe certamente falso il conchiudere da ciò, che queste bevande sieno in generale inutili in quanto agli effetti che producono, e resta tuttavia a sapersi, se non avendo nè tè, nè caffè, l'istinto popolare non cercherebbe e non troverebbe qualche mezzo di surrogarli. La scienza, che ci deve ancora molto su questo rapporto, ci dirà un giorno se è veramente per effetto di una inclinazione viziosa che ciascun popolo della terra si è appropriato un somigliante mezzo di eccitare le funzioni nervose dalle sponde dell'Oceano Pacifico, dove l'indiano si ritira per più giorni nella solitudine onde godervi l'ubbriachezza del coca, fino alle regioni artiche, in cui i Camtsciadali e Coriachi preparano una bevanda inebbriante

con quel fungo velenoso, di cui presso noi si fa uso per distruggere le mosche.

Al contrario, sembra a noi probabilissimo, per non dir certo, che l'uomo, provando, nell'agitato vivere dell'età nostra, certe lacune o certi bisogni che per la quantità egli non può soddisfare, seppe ritrovare per istinto, in questi prodotti vegetali, il vero mezzo di dare al suo nutrimento giornaliero le qualità necessarie che loro mancavano.

Ogni sostanza che partecipa alle funzioni vitali, agisce in una certa maniera sopra il nostro sistema nervoso, sulle inclinazioni sensuali e sulla volontà dell'uomo.

Macauley, questo profondo scrutatore del campo della storia, rivolse nella sua classica opera la debita attenzione alla influenza del caffè sulla condizione politica dell'Inghilterra nel xvii secolo; ma la parte che i principî del caffè ebbero allora nella direzione degli spiriti, è ancora un problema che resta a risolversi.

Ciò che noi sappiamo sugli effetti fisiologici di queste bevande non merita di esser menzionato. Si rannodano ordinariamente questi effetti alla presenza della teina (identica con la caffeina del caffè del tè Matè e del tè Paragay), e forse con ragione; non vi sono altre bevande che per la loro composizione e per certi principî che contengono abbiano maggiore analogia col brodo di carne, quanto il tè ed il caffè; ed è molto verosimile che l'uso che se ne fa come parti del nutrimento giornaliero, sia poggiato sull'azione eccitante e vivificante che queste bibite hanno comune col brodo di carne.

Quando si mettono delle foglie di tè comune in un vetro da orologio, e, dopo di averle ricoverte con un leggiero foglio di carta, si riscaldano a poco a poco sopra una lamina calda fino a che s'imbruniscono, si vedono bianchi e brillanti cristalli fissarsi sulla carta e sulle foglie di tè; ecco la *teina*.

Rispetto alle sue proprietà, la teina appartiene alla classe delle basi organiche, le quali tutte, senza alcuna eccezione, agiscono sul sistema nervoso. Se queste vengono disposte in una serie che incomincia dalla teina, si osserva che gli ultimi termini della serie, la stricnina e la brucina, agiscono come veleni i più violenti; che la chinina, posta più nel mezzo, è il più prezioso medicamento; che i principî dell'oppio, a certe dosi, producono effetti medicinali, e a dosi maggiori, agiscono come veleno. Le basi organiche, velenose e medicinali, contengono per 1 equivalente

di azoto più di 8 equivalenti di carbonio, mentre la teina, la cafeina e le sostanze congeneri innocue contengono la stessa proporzione di azoto, ma però meno di carbonio che i principi del sangue.

Non esiste alcun'altra base organica contenente azoto, la quale per la sua composizione più si rassomigli a quella della teina, quanto la creatina contenuta nel sistema muscolare, combinazione prodotta dal processo vitale degli animali, e la glicocolla, che bene a ragione si può supporre essere una copula della gelatina, come si vede dalle formole seguenti:

Teina.	C_8	N_2	H_5	O_2
Creatinina	C_8	N_3	H_7	O_2
Glicocolla (anidra) . .	C_8	N_2	H_8	O_6
Creatina	C_8	N_3	H_{11}	O_6
Teobromina (nel cacao).	C_7	N_2	H_4	O_2

Da queste formole si rileva a colpo d'occhio, che la creatinina contiene gli elementi della teina, più quelli dell'amidogeno (NH_2); che la glicocolla e la creatina differiscono tra loro solamente per gli elementi di 1 equivalente di ammoniaca che la creatina contiene di più.

In certi processi di decomposizione la teina dà luogo ad una serie di notevolissimi prodotti che secondo Rochleder hanno molta analogia con quelli che somministra l'acido urico nelle stesse reazioni.

La bevanda tè differisce dalla bevanda caffè in quanto la prima contiene ferro e manganese. Quando una infusione limpida di tè di Pecco o di Sonchong si fa evaporare fino a disseccarla, e di poi si riduce perfettamente in cenere ciò che rimane, si ottengono ceneri spesso colorate in verde per la presenza di manganato di potassa, e che messe al contatto dell'acido muriatico (per il cloro che questo contiene) sviluppano cloro. La presenza del ferro e del manganese nel tè è di tanto più importante che i più sensibili reagenti non danno indizio di ferro nel tè. Quando si aggiunge un sale di ferro ad una infusione di tè, essa diventa nera come l'inchiostro, perchè contiene tannino; l'infusione di tè contiene dunque una combinazione di ferro sulla quale il tannino non esercita veruna azione.

Quindi è che nel tè (cioè in molte specie di esso) abbiamo una bevanda che contiene il principio attivo delle più efficaci sorgenti minerali, e per quanto minima sia la quantità di ferro che

per l'uso quotidiano del tè s'introduce nell'economia animale, non potrà certamente restar priva d'influenza nelle funzioni vitali. Secondo Fleitmann, una infusione di 70 grammi di tè Pecco conteneva 0,104 grammi di ossido di ferro e 0,20 grammi di protossido di manganese.

Composizione delle ceneri Secondo	Dell'infusione di tè Souchoung. Lehmann.	Della decozione di caffè Giava. Lehmann.	Delle fave di cacao Guyaquil. Zedeler.
Potassa.	47 , 45	50 , 45	38 , 14
Calce	1 , 24	3 , 58	2 , 88
Magnesia	6 , 64	8 , 37	15 , 87
Ossido di ferro	3 , 29	0 , 25	0 , 10
Acido fosforico	9 , 81	10 , 02	29 , 65
Acido solforico	8 , 72	4 , 01	1 , 53
Acido silicico (silice) . .	2 , 31	0 , 73	0 , 17
Acido carbonico	10 , 09	20 , 50	10 , 00
Ossido di manganese. . .	0 , 71	0 , 00	0 , 00
Cloruro di sodio	3 , 62	Cl K 1 , 68	Cl 1 , 66
Soda.	5 , 03	0 , 00	0 , 00
Carbone e sabbia. . . .	1 , 09	0 , 41	0 , 00
	100 , 00	100 , 00	100 , 00

100 grammi di foglie del suddetto tè danno con l'acqua bollente un estratto, che disseccato pesa 15,536 grammi, i quali racchiudono 3,06 grammi di ceneri (=16,69 per 100 di estratto). Cento grammi di caffè torrefatto, bolliti nell'acqua, han dato 21,52 grammi di estratto, che contenevano 3,41 grammi di ceneri (=16,6 per 100 di estratto). Le fave di cacao erano state mondate e dettero 3,62 per 100 di ceneri.

Le sostanze empireumatiche contenute nel caffè danno a questa bevanda la proprietà di arrestare quei processi di dissoluzione e di decomposizione che sono provocati e sostenuti dai fermenti. Si conosce che tutte le sostanze empireumatiche si oppongono alla fermentazione ed alla putrefazione, e che la carne affumicata, per esempio, si digerisce meno facilmente della carne semplicemente salata. Le persone, i cui organi digestivi sono deboli o sensibili, possono facilmente accorgersi con un poco di attenzione, che una tazza di forte caffè, presa dopo tavola, sospende immediatamente la digestione; nè si sentono di nuovo sollevate se prima non sia

stato il caffè assorbito e rimosso dallo stomaco. Per gli organi robusti, al contrario, sui quali non reagiscono questa sorta di effetti, il caffè, per l'anzidetta ragione, è utile dopo pranzo, poichè modera l'attività digestiva, troppo esaltata dal vino e dagli aromi. Il tè non si oppone alla digestione, come fa il caffè; al contrario accelera i movimenti peristaltici degl'intestini; il quale effetto si manifesta con nausee dopo di aver bevuto del tè forte, principalmente a stomaco digiuno. Secondo le ricerche del dottor Giulio Lehmann (*Annalen der Chemie und Physik*, vol. 88 pag. 205), l'uso del caffè diminuisce la secrezione dell'urea e quindi produce sulla trasmutazione organica un effetto, il quale è opposto a quello prodotto dal vino.

Abbiamo di già osservato, che la quantità degli alimenti respiratori che giornalmente si consuma ammonta al quintuplo ed anche al sestuplo del peso delle sostanze plastiche; quindi è che nei tempi di carestia la mancanza dei primi si fa più segnatamente sentire in tutte le classi del popolo. Mentre il prezzo del grasso e del butirro cresce con quello del grano, e le patate salgono ad un prezzo comparativamente più elevato di quello del grano stesso, il prezzo della carne invece resta ordinariamente lo stesso come negli anni di abbondanza. Ciò avviene dal perchè ben può il pane sostituirsi alla carne, ma questa non può così intieramente sostituirsi a quello come appunto lo richiedono i bisogni dell'uomo (1). Un'altra ragione del basso prezzo delle carni si è, che negli anni di scarse raccolte dovute ad un eccesso di umidità, quando

(1) Ecco ciò che Darwin, nella sua opera incomparabile, ricca di bellissime osservazioni, racconta descrivendo il suo soggiorno nelle Pampas.

» Noi abbiamo potuto qui (Tapalguen, 17 Settembre) comprare un poco di biscotto. Da molti giorni io non aveva mangiato che carne, e mi sentiva benissimo con questo regime; ma però mi sembrava che ciò non convenisse se non ad una vita molto attiva. Io aveva inteso a dire in Inghilterra, che taluni malati, sottomessi esclusivamente al regime della carne, non potevano più sopportarlo, neanche nella speranza di ricuperare la salute. E pure i Ganchos nelle Pampas (pianure del Rio della Plata), per mesi interi, non toccano altro che carne bovina. Ma debbo osservare che essi mangiano una gran quantità di grasso; essi sdegnano la carne propriamente secca e magra come quella dell'aguti. (*Viaggio scientifico* di C. Darwin).

Omero, descrivendo i pasti e le gozzoviglie dei suoi Eroi, non trascura occasione veruna a far le debite lodi del *fiorente* grasso del dorso porcino.

le ordinarie piante alimentari non alignano, abbondano ciò non pertanto il foraggio verde, il trifoglio, l'erba, e le radici. La carne conserva il suo basso prezzo perchè non ne cresce la richiesta in proporzione di quella del pane. Nelle annate di siccità l'agronomo non ha foraggio; egli si vede costretto a macellare le sue bestie bovine ed a venderle a qualunque prezzo, onde l'aumento di offerta sul mercato fa sì che la carne discenda ad un prezzo inferiore a quello delle annate ordinarie.

L'uomo carnivoro per la propria sussistenza abbisogna di un vastissimo dominio, molto più esteso di quello del leone e del tigre, perchè l'uomo, quando l'occasione si presenta, uccide anche senza mangiare. Un popolo di cacciatori confinato in un dato spazio di terreno non è affatto in grado di moltiplicarsi. Il carbonio indispensabile alla respirazione, essi lo debbono prendere dagli animali, di cui solo un numero determinato può vivere sopra una data superficie. Questi animali attingono dalle piante i principi del loro sangue e dei loro organi e li somministrano poi agl' indiani cacciatori, che li consumano senza accompagnarli con quelle sostanze che mantenevano la respirazione degli animali durante la vita. Quindi, mentre l'indiano potrebbe, con un solo animale e con un egual peso di amido, mantenere la salute e la vita per un dato numero di giorni, egli è forzato a consumare cinque animali per procurarsi il calore necessario durante il medesimo tempo. Il suo nutrimento contiene un eccesso di alimenti plastici, e quello che gli manca per la più parte dell'anno sono gl' indispensabili alimenti della respirazione; da ciò nasce in questi uomini carnivori quella insita propensione all'uso delle acquarzenti.

Nulla si potrebbe dire di più chiaro, di più profondo, sull'utilità dell'agricoltura, che le seguenti parole indirizzate da un capo americano ai Missisei, sua tribù. Eccole quali ce le trasmise il francese Crèvecoeur: « Non vedete voi che i bianchi vivono di grani, e noi di carne? che la carne richiede più di 30 lune per crescere, e che essa è sovente rara? che la carne ha quattro piedi per scappar via e noi due soltanto per raggiungerla? che i grani restano e crescono là ove gli uomini bianchi li seminano? che l'inverno, tempo per noi delle cacce più penose, è pei bianchi tempo di riposo? Quindi è che essi hanno molti figli e vivono più lungamente di noi. Io lo dico adunque a tutti quelli che m'ascoltano: prima che gli alberi sulle nostre capanne muoiano di

vecchiezza, prima che gli aceri della valle cessino di darci lo zucchero, la razza dei piccoli seminatori del grano estirperà la razza dei mangiatori di carne, se questi cacciatori non si decidono a seminare ».

L'indiano spende in cacce penose una somma notabilissima di forze, ma l'effetto che ne ritrae è debolissimo e non è affatto proporzionato ad un simile consumo.

La coltura è la economia della forza: la scienza c'insegna quali sieno i mezzi più semplici per ottenere i massimi effetti col minimo impiego di forza organica, come per superare con dati mezzi un *maximum* di resistenza. Ogni inutile sviluppo, ogni sciupìo di forza nell'agricoltura, nell'industria, come nella scienza, e specialmente nello Stato, costituisce il carattere distintivo della barbarie e la mancanza di vera coltura. Su di ciò appunto si fonda quell'aumento straordinario di forze, per le quali la nostra epoca si distingue da tutti i tempi precedenti; giacchè il progresso delle scienze naturali e della meccanica, come anche la più profonda indagine di tutte le cagioni per cui si operano i movimenti meccanici e le traslocazioni, ci fecero conoscere più da vicino le leggi che conferiscono all'uomo la facoltà di assoggettare e rendere docili alla sua volontà le forze della natura che altre volte gl'ispiravano spavento ed orrore.

Col sussidio della Divina scintilla di lassù, che nudrita dalla Religione e dalla morale è il fondamento di ogni perfezionamento dello spirito, l'uomo, qual nuovo Prometeo, è riuscito a dar vita agli elementi della terra.

La macchina a vapore riceve cibo e bevanda, e respira non altrimenti che un animale; nel suo corpo havvi una sorgente di calore ed una sorgente di forza, per cui si operano effetti interni ed esterni di movimento; un cavallo de' meglio addestrati non obbedisce con maggior docilità ai voleri dell'uomo di quello che lo faccia la locomotiva delle nostre ferrovie; essa accelera, rallenta o arresta il suo moto obbedendo alla più leggiera pressione del dito di lui.

La scienza, addossando alle macchine il servizio degli schiavi, ha stabilito un rapporto molto più giusto fra le forze della natura e la forza organica (1).

(1) La casta regina d'Itaca, in assenza di Ulisse suo consorte, come ci narra Omero, aveva bisogno di dodici schiave, le quali notte e giorno

La somma dei raggi di luce e di calore che la terra riceve dal sole è una quantità invariabile; ma per effetto di cause che si debbono chiamare provvidenziali, si ripartisce in modo ineguale sulla superficie di essa; quindi è che in un luogo ve ne ha di soverchio, la qual cosa aumenta la produzione delle condizioni vitali; mentre in un'altro ve ne ha difetto, ond'è che siffatta produzione vien diminuita; l'equilibrio si ristabilisce naturalmente là dove esistono canali per il flusso e riflusso, e però per mezzo di questi ben si può fare che in niun luogo vi sia più nè eccesso nè difetto.

In simil modo si trova distribuita sulla terra la ricchezza e la sua ombra, cioè la povertà; in tutt'i tempi il vicendevole rapporto delle medesime fu lo stesso ed invariabile; ad un accrescimento durevole del possesso si oppongono avvenimenti che gli mettono un termine. Come dai grossi tronchi il sangue si muove e si spinge nei vasi capillari, così vanno sminuzzandosi le più grandi rendite, e per mezzo d'innumerevoli canali più piccoli rifluiscono alla loro sorgente originaria.

Là dove la luce è molto viva, più scure appariscono le ombre; ma la natura volle che delle piante vigorose vegetassero in tutte le gradazioni della luce. Senza gli alberi alti non vi sarebbero cespugli, nè frumento, nè frutta di campagna, perchè quegli alberi attirano la fecondante pioggia e fanno sì che sempre corrano le sorgenti, mercè cui si diffondono la prosperità ed il ben essere. Le nuove teorie scolastiche vogliono che non vi sieno più ombre; ma se per fin l'ultimo stelo di erba che dà ómbra venisse

erano occupate a macinare il grano necessario per la sua casa. Era questa una casa tenuta molto semplicemente, ed io forse esagero, ammettendo che Penelope avesse avuto giornalmente da nutrire trecento persone. Ciò posto, in quell'epoca, in cui tutto si faceva col sudore degli uomini, vi era dunque mestieri del lavoro di una donna per macinare il grano per venticinque persone e forse anche per la metà. Ai nostri giorni il macinare tiene occupato un numero di braccia di gran lunga minore. Nel molino di San Maiò vicino Parigi, si può ogni giorno macinare, con non più di venti lavoranti, il frumento necessario per confezionare il pane di 100 000 soldati, cosicchè una sola persona si trova bastevole per 5000 consumatori. Senza alcun dubbio, Penelope non poteva dare che un ben scarso mantenimento a quelle dodici schiave, quand'anche queste fossero state caricate eccessivamente di lavoro, e ciò perchè il lavoro di quelle disgraziate era proporzionatamente così da poco. (M. Chevalier. *Lettres sur l'organisation du travail*. Paris. Capelle 1818 p. 29).

ad esser distrutto, senza dubbio vi sarebbe la luce da per tutto, ma vi sarebbe con essa, come nel deserto di Sahara, anco la morte.

Con le forze producibili nel suo corpo, l'uomo oppone alle forze della natura, che tendono incessantemente ad annientare la vita, una resistenza che ha bisogno ogni giorno di essere rinnovata, se la sua continuazione si vuol che sia per qualche tempo assicurata.

Ad ogni minuto secondo muore una parte del nostro corpo, e nello stato anche di perfetta salute, dopo 70 ad 80 anni la macchina soccombe alle potenze terrestri; ogni resistenza cessa; i suoi elementi fanno ritorno all'atmosfera ed al suolo. Tutta intiera la vita è un perenne lottare contro le forze della natura, un incessante distruggersi e ripristinarsi nello stato di equilibrio.

L'uomo abbisogna di *cibo* e di *bevande* come di mezzi di produzione di calorico e di forza; per essi si genera nel corpo di lui la resistenza contro l'azione dell'atmosfera, la quale ogni giorno in sè riceve una parte del suo corpo.

Per conservare la sua temperatura, e per guarentirsi dalle intemperie, egli abbisogna di *casa*, di *vestimenta* e di *fuoco;* per conservare la sua salute e per ristorarla in caso di malattia, egli abbisogna dei mezzi di *pulitezza* e dei *medicamenti.* Fino ad un certo punto i *cibi* e le *bevande* possono sostituire le vestimenta, i caloriferi e le medicine; ma essi non possono essere sostituiti la mercè del soddisfare ad un altro dei bisogni della vita; essi sono di un'assoluta necessità, sono indispensabili.

Per difetto di resistenza interna (nella fame), le stesse forze della natura, le quali determinano i fenomeni della vita, operano come una spada la quale irresistibilmente, a poco a poco, penetra nel punto centrale della vita e tutte ne spegne le facoltà.

Per lo sviluppo ed il perfezionamento, per la conservazione delle attività particolari degli organi dei suoi sensi, all'uomo sono necessarie certe altre condizioni le quali costituiscono i suoi *bisogni dilettevoli* ed *utili.* Oltre a questi, l'uomo ha ancora un certo numero di altre necessità che gli derivano dalla sua natura spirituale, e che dalle forze della natura non possono rimanere soddisfatte. Esse vengono determinate dalle varie circostanze nelle quali funziona il suo spirito, sullo svolgimento, perfezionamento del quale, come sulla conservazione, si appoggia il giusto ed opportuno impiego delle forze del corpo, come altresì l'indirizzo ed il regolamento delle forze naturali per la produzione di tutto ciò

che serve a soddisfare i suoi bisogni tanto di prima necessità, che di utilità e di diletto.

Come nel corpo dell' individuo, così anche nella unione di tutti gl' individui che compongono lo Stato, si effettua una permutazione di sostanze, la quale consiste nel consumarsi di tutti gli elementi della vita individuale e della vita sociale.

Nell' organismo dello Stato, l'oro e l' argento hanno assunto l' ufficio che i globuletti del sangue hanno nell' organismo umano. Nel modo istesso come questi piccoli dischi rotondi, senza prendere una parte diretta al processo della nutrizione, sono gl' intermezzi delle tramutazioni della materia nell' organismo, della produzione del calorico e della forza da cui deriva la temperatura vitale ed è determinato il movimento del sangue e di tutti gli umori, così il denaro è divenuto l' intermedio di ogni funzione della vita politica.

Nel medio evo, il contribuente pagava le sue imposte in grano, vino, uova, galline, e prestando servitù; egli stesso produceva tutto ciò di cui aveva bisogno. Egli non conosceva le merci coloniali; con una mezza libbra di quattrini egli si procurava gli istrumenti i più indispensabili. I comuni possedevano le loro fabbriche di birra; in molti luoghi le autorità municipali compravano il vino e lo distribuivano ai cittadini. L' oro e l' argento erano per la massima parte mercanzie che si tenevano per lusso in casa o si portavano in mostra sulla persona. Ma, dacchè il denaro ebbe assunto l' ufficio di veicolo dell' ossigeno nell' organismo dello Stato, le persone anche più ricche non fanno più uso di utensili di oro o di argento massiccio, ma si servono del rame e dell' ottone bianco ricoverto di uno strato leggierissimo di argento o di oro.

La permutazione di sostanze è nello Stato non altrimenti che nel corpo dell' uomo la sorgente di tutte le sue forze. La conservazione del corpo dello Stato riposa sul rinnovamento delle sostanze vitali consumate, sul ripristinarsi o sul ritorno di tutte le condizioni della vita individuale e collettiva. Come nell' economia animale la trasformazione della materia può essere misurata sul numero dei globuli del sangue che in un dato tempo vanno dal cuore ai capillari e da questi a quello fanno ritorno, così nel corpo sociale la permutazione delle sostanze può essere valutata dalla rapidità con cui le singole monete dalle mani di uno passano in quelle di un altro. Tutte le cause che fanno ostacolo a questo

movimento, o che agiscono sul consumo o sulla riparazione come le forze fisiche sulle trasformazioni organiche, tutte queste cause, io dico, disturbano lo stato di equilibrio, ed inducono in taluni stati particolari affatto simili alle malattie degl' individui.

In confronto dell' effetto prodotto dalla velocità con cui il danaro circola, la quantità assoluta del medesimo è di quasi nessuna importanza. Il corpo dello Stato, in perfetta salute, si comporta come il corpo umano, pel cuore e pei capillari del quale, in 24 ore, si muovono 31 a 38,000 libbre (=17,400 a 21,300 rot.), mentre la quantità assoluta del sangue nel corpo è mille volte inferiore.

La somma di tutte le resistenze che la natura oppone alla conservazione della vita ed all' acquisto delle condizioni vitali (che nell' economia sociale è equivalente all' acquisto di denaro, avendo riguardo alle funzioni di quest' ultimo) è tale appunto, che la forza producibile nell' organismo dell' uomo si può mettere in equilibrio con essa. L' uomo, secondo le leggi della natura, non può, senza mettere in pericolo la sua esistenza, impiegare veruna parte della sua forza per superare una resistenza, ove egli non acquisti, rimuovendo questa resistenza, il mezzo di riparare la forza perdula.

Un rapporto del tutto simile esiste nell' organismo dello Stato. Ogni consumo di forza che non serve a restituire allo Stato un elemento della sua vita, o pure una forza disponibile e non adoperata alla produzione di un elemento vitale, disturbano la salute del corpo sociale.

Come ogni fibra muscolare, ogni nervo, ogni porzione di tessuto nel corpo animale prende parte alle trasformazioni che vi si operano, e contribuisce in qualche modo al mantenimento e alla conservazione delle funzioni generali, della digestione, della sanguificazione, della circolazione dei liquidi, delle secrezioni, come altresì a tutti gli effetti operati dalle membra, dai sensi e dal cervello, così bisogna che alla conservazione ed alla restituzione degli elementi vitali dello Stato, ogni singolo individuo contribuisca secondo le forze attive che ha e di cui può disporre col mezzo delle sue membra, dei suoi sensi o del suo intelletto. L' attuarsi di queste forze è per l' appunto il *lavoro*.

Ogni parte dell' intiero organismo ha un dritto naturale all' esercizio illimitato della sua potenza di lavoro, e tutti hanno il dritto di esigere che lo siffatto esercizio niuno molesti o trattenga un altro. Il massimo effetto della potenza di lavoro sta in ra-

gione inversa della somma delle resistenze da superarsi; quanto maggiori sono le resistenze tanto minore è l'effetto. È l'indirizzo della società Cristiana quello di diminuire e non di accrescere le resistenze; ma sventuratamente gl'insegnamenti del più grande uomo di Stato del tempi nostri, dell'uomo sapiente e di gran cuore, la cui perdita sarà ancora per più di un secolo compianta dalla nazione a cui apparteneva e dal mondo intero, pare non avessero ritrovato finora un terreno fecondo nè nella mente, nè nel cuore degli uomini. È l'ignoranza delle condizioni da cui derivano il benessere, le proprietà e la potenza di uno Stato, che in molti Stati ha prodotte quelle sproporzioni che sono sorgenti di tanti mali. In luogo di un tutto armonico non si ha che un mostro informe, una grossa testa sopra un piccolo corpo, braccia enormi e gambe sottili e deboli, un grande stomaco e piccoli polmoni. Quando non la prudenza e la riflessione, ma il capriccio, il caso e le abitudini antiche, ripugnanti alle leggi della natura, regolano il movimento e l'impiego delle forze di uno Stato, non può provenirne se non debolezza ed esaurimento, che seco loro portano la povertà e la miseria. Ecco gli effetti di uno Stato barbaro in cui delle imposte non giuste e non egualmente ripartite condannano, durante tutta la loro vita, interi popoli all'inanizione, costringendoli a consumare una quantità troppo grande di forze per la semplice loro conservazione e per la produzione di effetti non seguiti da una perfetta riparazione di tutte le singole forze che vengono consumate. E però è questa medesima la ragione per la quale gli Stati con numerosi eserciti permanenti non sono forti che in apparenza, giacchè una continua sottrazione toglie ad essi la miglior parte del loro sangue e dei loro succhi più nobili. Questa loro potenza fittizia somiglia alla forza che il selvaggio trova nell'ubbriacarsi di acquarzenti; quando i fumi dell'ubbriachezza sono dissipati, fuggono con essi e la potenza e la forza.

» Tutto ciò che sembra essere effetto del caso, della libera volontà, delle passioni o della maggiore o minore intelligenza degli uomini, è soggetto a leggi stabilite eterne ed immutabili, non meno di quello che lo sieno i fenomeni che il mondo materiale ci presenta. Nessuno conosce il giorno e l'ora della sua morte, e nulla vi ha che sembra più fortuito che la nascita di un bambino maschio o femina. Ma pur si sa molto bene e forse meglio di ogni altra verità umana, quanti individui muoiono, sopra un milione di uomini che vivono insieme, nel periodo di 10, 20, 40

o 60 anni, quanti maschi e quante femmine vi saranno in un milione di nascite.

» La statistica dei tribunali ci ha dato contezza del regolare rinnovarsi dei medesimi delitti, e da ciò si ha come risultamento il fatto, per noi incomprensibile, perchè alla nostra mente sfugge la contingenza degli effetti, che cioè in ogni gran paese, il numero dei delitti e la loro varietà può esser predetto, per ogni anno avvenire, colla stessa certezza con cui si è determinato il numero delle nascite e delle morti naturali. Su cento accusati che compariscono innanzi alla Corte Suprema, ne vengono condannati, in Francia, 61, ed in Inghilterra 71. Termine medio, le variazioni nón aumentano ad un centesimo della somma totale. Il numero dei suicidî in generale, colle armi a fuoco e colla corda, si può con certezza predire per un periodo di 15 anni.

» Tutt'i fenomeni della stessa specie, che periodicamente ed in gran numero si manifestano, conducono ad un rapporto che non varia. Esso è la legge dei grandi numeri, alla quale tutte le cose e tutti gli avvenimenti, senza eccezione alcuna, si trovano subordinati. Queste leggi non si rapportano che alle cagioni ed agli effetti esterni che producono nella società umana, e nulla hanno di comune col mondo morale, nulla coll'essenza stessa della virtù e del vizio. Niuno vi ha che neghi la influenza della educazione, delle abitudini ordinate e del lavoro sulla moralità degli uomini, senza che ciò nonperlanto ad alcuno venisse in mente di voler riguardare questa moralità come una semplice conseguenza di tali abitudini. Una buona educazione, una coltura più accurata dell'intelletto, diminuiscono il numero dei delitti e degli annui decessi nelle nostre tavole di mortalità (Quetelet. *Sull'uomo e sullo sviluppo delle sue facoltà*).

Egli è chiaro da ciò, che la cognizione dei veri mezzi di migliorare lo stato della società umana e di fondare durevolmente il benessere dei popoli, non si acquista, se non determinando per via dei numeri il grado d'influenza che esercitano sulla moralità dell'uomo tutte le istituzioni, usi, abitudini e costumi. Ecco qual'è la vera investigazione della natura!

LETTERA XXXIII.

Nessuno ignora, che nello spazio definito, comechè vastissimo, occupato dal mare, esistono mondi interi di piante e di animali che si succedono gli uni agli altri; che una generazione di questi animali riceve tutti i suoi elementi dalle piante, e che le parti costituenti degli organi, dopo la morte dell'animale, riassumono la loro primitiva forma, in cui servono ad alimentare una nuova generazione di piante.

L'ossigeno, che gli animali del mare, respirando, sottraggono all'aria che si trova disciolta nell'acqua, e la quale è così ricca di ossigeno (essa ne contiene da 32 a 33 per cento in volume, mentre l'atmosferica ne contiene solamente 21 per cento), viene di bel nuovo restituito all'acqua, mercè le funzioni vitali delle piante marine. Questo ossigeno si unisce ai prodotti della putrefazione dei corpi animali morti, convertendone il carbonio in acido carbonico e l'idrogeno in acqua, mentre l'azoto dei medesimi ripiglia la forma di ammoniaca.

Noi osserviamo nel mare, senza che alcuno elemento vi venga aggiunto o sottratto, effettuarsi una circolazione perenne, la quale non nella sua durata, ma bensì nel suo ambito ha dei confini, che sono la quantità limitata di sostanze nutritive delle piante e lo spazio determinato che le racchiude.

Sappiamo, che per le piante marine non può esservi quistione che mercè le radici venisse loro arrecato il nutrimento dall'*humus*. In fatti, qual nutrimento può trarre la radice, grossa quanto un pugno, del fuco giganteseo da uno scoglio ignudo, la cui superficie non presenta neanche la minima alterazione? Intanto questa pianta giugne all'altezza di 360 piedi (Cook), ed un solo individuo nutrisce con le sue foglie e coi rami migliaia di animali marini. Le piante di tal fatta, come ognuno se ne persuade, hanno bisogno soltanto di un punto a cui possansi attaccare e che le impedisca di mutar sito, ovvero di un contrappeso che le mantenga galleggianti; esse vivono in un mezzo che provvede ogni

loro parte del necessario nutrimento, poichè l'acqua marina non contiene solamente acido carbonico ed ammoniaca, ma contiene altresì i fosfati ed i carbonati alcalini, come anche i sali terrosi di cui la pianta marina ha bisogno pel suo sviluppamento, e che nelle ceneri di essa ritroviamo come parti costituenti che non vi mancano giammai. Tutte le esperienze ci fanno conoscere, che le condizioni le quali assicurano la esistenza e la durata delle piante marine sono quelle stesse che sostengono la vita delle piante terrestri.

Ma la pianta terrestre non vive come la pianta marina in un solo mezzo che contenga tutti gli elementi di essa e circondi ogni parte dei suoi organi; essa vive tra due mezzi, dei quali, l'uno *(il terreno)* contiene le parti elementari, che mancano all'altro *(l'atmosfera)*.

Come è possibile, si domanderà, che siasi potuto rivocare in dubbio la parte che il suolo, o meglio, gli elementi di cui esso si compone prendono al prospero incremento del mondo vegetabile? che vi sia stato un tempo, in cui siensi potute considerare come non essenziali e non necessarie le sostanze minerali, contenute nelle piante? Poichè anche sulla superficie della terra si è osservato lo stesso movimento di circolazione, e uno scambio non mai interrotto, un perpetuo disturbo e ristabilimento dell'equilibrio. Le sperienze nell'agricoltura fanno conoscere, che l'accumulamento di materia nelle piante, sopra una data superficie, cresce adducendovi certe sostanze, gli elementi delle quali appartenevano in origine, come parti costituenti, alla medesima superficie di terreno, e furon a questo sottratte dalla pianta. Gli escrementi dell'uomo e degli animali provengono dalle piante, e sono appunto quelle materie che, durante il processo vitale dell'animale o dopo la sua morte, riacquistano la forma stessa che avevano prima come parti costituenti del suolo. Noi sappiamo, che l'atmosfera non contiene di queste sostanze e non ne rimpiazza alcuna; sappiamo, che, togliendole da una terra in coltura, ne siegue una ineguaglianza nella produzione, una mancanza di fertilità, e che restituendole queste materie ne otteniamo la ubertà, la quale possiamo anche accrescere maggiormente.

Con tante e così convincenti prove potrà mai rimanere il minimo dubbio sull'origine delle parti costituenti degli animali e delle piante, sulla utilità degli alcali, dei fosfati e della calce, ovvero su'principî sopra i quali poggia l'agricoltura ragionata?

Fondasi forse l'arte dell'agricoltura sopra altra base che su quella della ripristinazione del turbato equilibrio? Potrassi mai sperare che un paese ricco e fertile con un fiorente commercio, che da secoli esporta i prodotti del suo suolo sotto forma di bestiame e di frumenti, conservi la sua fertilità, qualora lo stesso commercio non gli può restituire sotto forma di concime le parti costituenti delle sue terre che da queste furono sottratte, e che l'atmosfera non può restituirle? Non toccherebbe per avventura a un siffatto paese la sorte che corse la Virginia, una volta così ricca e fertile, in cui oggigiorno non è più coltivabile nè il frumento, nè il tabacco?

Nelle grandi città d'Inghilterra si consumano i prodotti dell'agricoltura inglese e quelli ancora di terre straniere; ma da una immensa superficie, le parti elementari del suolo, indispensabili alle piante, non tornano più ai campi coltivati. Le disposizioni, che collegansi ai costumi ed alle abitudini del popolo e che sono proprietà particolari di quel paese, rendono difficile, se non impossibile, la cura di raccogliere la immensa quantità di fosfati (delle sostanze minerali più importanti, benchè contenute nel suolo in piccolissima quantità), che vanno perduti ogni giorno nei fiumi in forma di escrementi solidi e liquidi. Noi vedemmo succedere il fatto notabile, che per la importazione delle ossa (del fosfato di calce) dal continente, i terreni coltivati d'Inghilterra, così esauriti di fosfati, hanno, come per incanto, raddoppiato la loro rendita! Ma qualora la esportazione delle ossa dovesse perdurare nella stessa proporzione, il suolo della Germania dovrà necessariamente a poco a poco privarsene, e la perdita ne sarà tanto più risentita, in quanto che una sola libbra di ossa racchiude altrettanto di acido fosforico che uno intiero quintale di frumento.

La imperfetta cognizione della natura e delle proprietà della materia diede, durante il periodo alchimistico, origine all'opinione, che i metalli, come l'oro, si sviluppassero da un seme. Nei cristalli e nelle loro ramificazioni, si videro le foglie ed i rami della pianta metallica, e tutti gli sforzi si concentrarono a trovare il seme e la terra idonea al suo sviluppo. Poichè senza aggiungere in apparenza cosa veruna ai semi ordinari delle piante, se ne vedevano sviluppare gambi ed anche fusti, che cacciavano fiori, i quali tornavano a portar semi; se fosse riuscito di trovare i semi dei metalli, potevansi aspettare da essi le stesse raccolte.

Speranze di tal fatta potevano soltanto nascere in un tempo, in cui nulla di positivo si conosceva dell'atmosfera, ed in cui non si aveva alcun presentimento della parte che la terra e l'aria prendono ai processi della vita nelle piante e negli animali. La chimica isola oggigiorno gli elementi dell'acqua, compone l'acqua stessa con tutte le sue proprietà mercè questi elementi, ma non ha i mezzi di creare questi elementi, e deve contentarsi di ricavarli dall'acqua; e l'acqua con essi artificialmente formata è già stata acqua dapprima. Molti de' nostri agronomi somigliano agli antichi alchimisti: come quelli cercavano la pietra filosofale, essi vanno trovando il seme maraviglioso, il quale, senza che avesse mestieri di alimenti aggiunti, si moltiplicasse al centuplo sul loro suolo, mentre quest'ultimo ha appena per le piante divenute indigene la necessaria fertilità!

Le sperienze già fatte da centinaia e migliaia di anni non sono sufficienti a preservarli da sempre nuove illusioni, e solamente la conoscenza dei veri principi scientifici può dare la necessaria forza per resistere a superstizioni di tal fatta.

Nei primi tempi della filosofia della natura si attribuì alla sola acqua lo sviluppo dei corpi organici; indi si fece derivare dall'acqua e da certe parti costituenti dell'aria; oggigiorno noi sappiamo che ci vogliono ancora altre condizioni essenzialissime, a cui il suolo deve soddisfare, affinchè la pianta acquisti facoltà di moltiplicarsi.

La quantità delle materie atte a servire alla nutrizione delle piante, e che son contenute nell'atmosfera, è limitata; ma non pertanto essa deve perfettamente bastare a ricuoprire di una ricca vegetazione l'intera superficie del globo.

Non lasciamo inosservato il fatto, che sotto i tropici ed in quelle regioni della terra, ove le condizioni generalissime della fertilità, come l'umido, un suolo conveniente, l'aria ed una temperatura più elevata, trovansi riunite, la vegetazione si ritrova a mala pena contenuta dallo spazio, e che colà se il suolo non basta a fissare le piante, le piante stesse perendo, le loro scorze e i rami assumono le funzioni del suolo. Egli è chiaro, che le piante di queste regioni non sono prive degli alimenti atmosferici come non lo sono le nostre piante coltivabili. Mercè la continuata agitazione dell' atmosfera vien portata a tutte le piante una eguale quantità degli alimenti atmosferici che sono loro indispensabili per lo sviluppo; l'aria sotto i tropici non ne contiene più dell'aria delle zone

fredde, e ciò non ostante, quanto sembra diverso il potere produttivo di due superficie eguali di terreno in queste distinte regioni !

Tutte le piante delle regioni tropicali, le palme da olio e da cera, la canna da zucchero, comparate con le nostre piante coltivate, contengono soltanto in piccola quantità i veri elementi del sangue, che sono indispensabili alla nutrizione dell'animale. Tutti i tuberi della patata, pianta che nel Chilì giunge alla dimensione di un arbusto, raccolti da un intiero moggio (*Morgen*) di terreno, basterebbero appena ad alimentare, per un sol giorno, la vita di una famiglia irlandese (Darwin). Le piante alimentari che formano l'oggetto della coltivazione, altro non sono che mezzi per produrre queste parti costituenti del sangue. Mancando gli elementi che il suolo deve somministrare per produrle nelle piante, potrà forse formarsi dell'amido, dello zucchero, del legno, ma non potranno giammai formarsi questi elementi del sangue. Volendo noi produrre, sopra un campo di una data superficie, più di quel che le piante di questa stessa superficie, vivendo nello stato libero, silvestre e normale, possono fissare attirandolo dall'atmosfera o ricevere dal suolo, è necessario creare un'atmosfera artificiale, aggiugnendo al suolo quelle parti costituenti che gli mancano.

Il nutrimento, che in un dato tempo deve introdursi nei diversi vegetabili, onde farli giungere ad un libero e perfetto sviluppo, è molto ineguale.

Pochissime specie di piante, in massima parte delle sole perenni, allignano sull'arida sabbia, sul terreno puramente calcare o sulle rocce ignude; le piccole quantità di sostanze minerali che il terreno, sul quale vegetano, e che per altre piante sarebbe sterile, può somministrare ad esse ancora in quantità sufficienti, bastano alla loro lenta vegetazione. Le piante annue, e propriamente quelle estive, crescono e giungono a tutta la loro perfezione in un tempo proporzionatamente meno lungo, ma non vanno avanti in un suolo povero delle sostanze minerali necessarie al loro sviluppo; per fare ad esse acquistare la massima grossezza nel breve tempo assegnato alla loro vita, il nutrimento che l'atmosfera può dar loro non è sufficiente. Volendo riuscire, mercè la coltivazione, nello scopo che ci abbiamo prefisso, è necessario creare per esse nel suolo stesso, un'atmosfera artificiale d'acido carbonico e d'ammoniaca, e questo soprappiù di alimento, che le foglie non possono appropriarsi dall'atmosfera, deve venir loro som-

ministrato mercè gli organi che stanno nel suolo, e che alle foglie corrispondono. Ma il solo acido carbonico unito all'ammoniaca non basta a costituire una parte elementare della pianta, ovvero una sostanza nutritiva per l'animale; senza gli alcali non può formarsi albumina, senza i fosfati e senza i sali terrosi non può formarsi nè fibrina nè caseina vegetale. L'acido fosforico del fosfato di calce, che noi vediamo come escremento segregarsi in sì grandi quantità sulle scorze e sull'epidermide delle piante legnose, è indispensabile, come sappiamo, allo sviluppo de' semi nelle nostre piante cereali e nelle leguminose.

Ma quanto non differiscono dalle piante estive le piante sempre verdi, le piante grasse, i muschi, gli alberi a foglie aghiformi e le felci! Nella state e nell'inverno queste in ogni ora del giorno ricevono carbonio per mezzo delle loro foglie, le quali assorbiscono dall'atmosfera l'acido carbonico, che il suolo infertile non può loro somministrare; le loro foglie coriacee o carnose ritengono con gran forza l'acqua assorbita, e ne perdono, al confronto con altri vegetabili, soltanto una piccola quantità per evaporazione. In fine, quanto è insignificante la mole delle sostanze minerali, che in tutto l'anno esse ricavano dal suolo durante il loro incremento quasi continuo, paragonandola con la quantità delle stesse sostanze che, per esempio, una raccolta di frumento dello stesso peso riceve in tre mesi dal suolo!

Nell'estate, quando manca la umidità, mercè la quale la pianta riceve dal suolo gli alcali ed i sali che le sono indispensabili, osserviamo un fenomeno il quale sembrava del tutto inesplicabile prima che si fosse riconosciuto il valore delle sostanze minerali come alimenti delle piante. Noi vediamo, cioè, che le foglie vicine al suolo, che furono le prime a svilupparsi perfettamente, perdono la loro vitalità, si raggrinzano, diventano gialle, e cadono senza che alcuna cagione nociva operi visibilmente sopra di esse. Siffatto fenomeno non si osserva in questa forma negli anni umidi, nè tampoco si scorge nei vegetabili sempre verdi, e soltanto rare volte manifestasi nelle piante che cacciano lunghe o profonde radici; nei vegetabili perenni poi si mostra solamente in autunno e nell'inverno.

La cagione di questo estinguersi delle piante è oggidì nota a chicchesia. Le foglie già formate e arrivate al loro perfetto sviluppamento, assorbiscono incessantemente dall'aria acido carbonico ed ammoniaca, che trasformansi in parti costituenti nuove

foglie, nuove gemme e nuovi germogli; ma questo passaggio non può effettuarsi senza la cooperazione degli alcali e delle altre parti costituenti minerali. Fintanto che il suolo è umido, queste ultime vengono di continuo somministrate alla pianta, ond'essa conserva il suo colore vivo e verde; ma se il tempo è secco, queste provvisioni vengono meno per la mancanza dell'acqua, e ne succede nella pianta una divisione. Le parti minerali costituenti del succo delle foglie di già sviluppate vengono a queste sottratte per essere impiegate all'incremento dei teneri germogli, ed allorchè il seme va incontro al suo sviluppo, queste foglie perdono intieramente la facoltà di perdurare in vita. Le foglie vizze contengono soltanto tracce di sali solubili, mentre, al contrario, le gemme ed i germogli ne sono ricchi oltremodo.

Da un'altra parte notiamo, che in un terreno provveduto troppo abbondantemente di sali, per un eccesso di parti minerali solubili, molte piante, e specialmente quelle che vengono usate per la cucina, segregano alla superficie delle loro foglie dei sali, che tutte le ricoprono di una crosta bianca ad aghi confusi. Per effetto di siffatta esalazione, le piante si ammalano, la loro attività organica ne vien diminuita, l'accrescimento perturbato, e se dura un tale stato troppo a lungo esse vanno a morire. Questo fenomeno osservasi particolarmente nelle piante provvedute di molte foglie con grandi superficie, che esalano quantità considerevoli di acqua. Per lo più le rape, le zucche, ed i piselli soccombono a questa malattia, allorchè dopo una lunga siccità, all'epoca in cui la pianta trovasi vicina ma non ancora giunta allo sviluppo perfetto, il suolo è inumidito da forti ma brevi rovesci di pioggia, e tutte le volte che a questi succede di bel nuovo un tempo secco. La esalazione essendo allora più attiva, la pianta riceve per le radici una quantità di sali assai maggiore di quella che essa è capace di assimilare. Questi sali fioriscono allora sulla superficie delle foglie e, se queste sono erbacee e succose, vi producono lo stesso effetto come se le foglie fossero state inaffiate con una soluzione salina in cui il sale si ritrovasse in maggior quantità di quel che comporta l'organismo della pianta.

Di due piante della stessa specie, questa malattia tocca sempre quella che più si accosta al suo perfetto sviluppo; se l'una di esse è stata piantata più tardi, o è rimasta indietro nel suo sviluppo, allora le stesse cagioni che all'altra furono perniciose, contribuiscono in questa a promuoverne lo sviluppo.

LETTERA XXXIV.

In talune delle antecedenti lettere cercai di esporre le mie idee sui diversi alimenti e sullo scopo a cui essi servono nell'organismo animale. — Nella mia lettera di oggi toccherò un subbietto di non minore importanza, i mezzi cioè pei quali, sopra una data superficie di terreno, si può produrre un *maximum* di siffatte parti nutritive per gli animali e per gli uomini.

L'agricoltura è arte e scienza ad un tempo. Il suo fondamento scientifico abbraccia la cognizione di tutte le condizioni della vita de' vegetabili, non che quella dell'origine dei loro elementi e delle sorgenti del loro nutrimento. Da questa cognizione derivano regole determinate per l'esercizio dell'arte, ed i principî della necessità o utilità di tutte le operazioni meccaniche dell'agricoltura, le quali preparano e favoriscono lo sviluppo dei vegetabili e mettono da banda le influenze che possono essere loro perniciose. Nessuna esperienza fatta nell'esercizio pratico può essere in opposizione coi principî della scienza, appunto perchè questi altro non sono che la espressione intellettuale delle esperienze ricavate dall'insieme di tutte le osservazioni. La teorica non può trovarsi in contradizione con alcuna esperienza, poichè essa in altro non consiste che nel far risalire una serie di fenomeni alle ultime loro cagioni.

Un campo, in cui coltiviamo la stessa pianta per più anni consecutivi, diventa sterile per questa medesima pianta dopo tre anni, un altro campo soggiace alla stessa sorte dopo sette, un terzo dopo venti, ed un quarto soltanto dopo un secolo. L'uno di questi campi produce frumento e non piselli, l'altro dà rape e non tabacco, il terzo frutta e copiose raccolte di rape, ma non vi cresce il trifoglio. Qual'è la cagione che a poco la volta fa sì che un terreno perda la sua fertilità per una medesima pianta? Per qual motivo vi alligna una specie di piante, mentre l'altra vi perisce? Ecco quali sono le quistioni che si propone la scienza.

Quali mezzi sono indispensabili onde riuscire a far conser-

vare ad un terreno la sua fertilità per una medesima pianta? quali sono quelli che tale lo rendono in riguardo a due, tre o tutte le piante coltivabili? Queste altre quistioni pone a sè l'arte, ma non è già l'arte che le può risolvere.

Tuttavolta un agricoltore, se si mettesse senza la guida di un giusto principio scientifico a far da se esperimenti per portare un terreno allo stato di poter alimentare una pianta che non vi allignerebbe altrimenti, ben poca speranza potrà nutrire di ottenere un buon successo; migliaia di agricoltori fanno prova di tal fatta in varie direzioni, il risultamento finale delle quali comprende una serie di esperienze pratiche, che riunite insieme formano un metodo di coltura, mercè del quale si ottiene l'intento in una certa contrada. Ma spesso accade che lo stesso metodo vien meno in un luogo accanto a quello ove riusciva, e cessa di offrire dei vantaggi per un'altra e per una terza contrada. Quanti capitali e quante forze non perdonsi in questi esperimenti! Quanto è diversa e più sicura la via che la scienza insegna, battendo la quale non solamente ci troviamo esenti dai rischio di non riuscire nel nostro intento, ma benanco ci vengono offerte tutte le guarentie possibili di guadagno! Se la cagione della cattiva riuscita ovvero dell'infertilità del terreno per una, due o tre piante è riconosciuta, i mezzi per rimediarvi si presentano da loro stessi. Le più positive osservazioni dimostrano, che i metodi di coltura da un sito all'altro variano a seconda della costituzione geognostica del terreno. Se noi c'immaginiamo che il basalto, la grauwache, il porfido, il grès, il calcare racchiudano, in proporzioni variabili, un certo numero di chimiche combinazioni che sono indispensabili allo sviluppo delle piante, e che un terreno fertile deve somministrarle, spiegherassi in un modo semplicissimo la diversità che osserviamo ne' metodi di coltura; perchè egli è chiaro, che la quantità di siffatte parti costituenti contenuta nella terra vegetale debba variare nel medesimo grado che la composizione delle rocce, le quali, mercè il loro logoramento operato dalle influenze atmosferiche, han dato luogo alla formazione dello strato vegetale.

Il frumento, il trifoglio, le rape hanno bisogno di certe parti costituenti del suolo, e se un terreno non le contiene, queste piante non vi possono prosperare. La scienza ci apprende, come, esaminando la cenere di queste, possiamo conoscere siffatte parti costituenti, e come, analizzando un terreno e non rinvenendole in

esso, troviamo la cagione della sua sterilità. Ma con ciò vengono a noi puranche indicati i mezzi co' quali possiamo rimediare a questa infertilità. L'empirismo attribuisce tutto il successo dell'arte alle meccaniche operazioni dell'agricoltura; le considera come la parte più importante e non chiede mica le cagioni da cui deriva la loro utilità, mentre questa cognizione è della massima importanza, poichè per essa l'impiego dei capitali e della forza si regolano nel modo più vantaggioso, e ci troviamo nello stato d'impedire ogni inutile sprecamento dell'una e degli altri. Potrà mai credersi che il semplice traversare la terra col vomere e coll'erpice, che il contatto del ferro possa infondere, come per forza magica, la fertilità al terreno? Nessuno sarà di questo parere, e ciò non pertanto questo problema non è ancora sciolto in agricoltura; mercè una diligente aratura al certo si divide meccanicamente in più minute parti, si cambia, s'ingrandisce e si rinnova la superficie del suolo, ma l'operazione meccanica altro qui non è che un semplice mezzo per giungere al vero scopo.

Nelle scienze naturali intendonsi per *effetto del tempo* (e segnatamente nell'agricoltura per *maggese* o per *riposo* del campo) certe chimiche azioni, che gli elementi dell'atmosfera incessantemente esercitano sulla superficie della solida corteccia della terra. Per la influenza dell'acido carbonico, dell'ossigeno atmosferico o dell'umidità proveniente dalle acque piovane, talune parti costituenti delle rocce e dei loro brani, di cui si compone la terra coltivabile, acquistano la facoltà di sciogliersi nell'acqua e così spandersi nel suolo.

Si sa che queste azioni chimiche sono quelle che noi ci raffiguriamo coll'espressione di *dente corrosivo del tempo*, che distrugge le opere degli uomini, e riduce a poco a poco in polvere le rocce più dure. Per la influenza di siffatte azioni certe parti costituenti della terra vegetabile, rendonsi idonee ad essere assimilate dalle piante, e questo è appunto lo scopo a cui debbono mirare tutte le operazioni meccaniche dell'agricoltura. Siffatte operazioni debbono accelerare il logoramento onde poter offrire ad una nuova generazione di piante le parti costituenti del suolo, che le sono indispensabili, e ciò in qualunque contrada, ed in quello stato che meglio conviene alla loro assimilazione nella pianta. Egli è chiaro da ciò che il tempo, in cui lo stato di aggregazione solida in un corpo va a distruggersi, è tanto più breve per quanto è maggiore la superficie che questo presenta; quanto più sono i

punti che in un dato tempo trovansi esposti all'influenza dell'agente, tanto più rapidamente si effettuerà la chimica azione.

Preparando un minerale per l'analisi, e volendo dare agli elementi suoi la facoltà di rendersi solubili, il chimico procede non altrimenti che l'agricoltore col suo campo; egli deve sottomettersi alla più penosa, più noiosa e più difficile operazione per ridurre il minerale in una finissima polvere; facendo poi che questa rimanesse sospesa nell'acqua, egli separa le parti più fine dalle altre più grosse, e mette la sua pazienza a tutte le pruove, perchè sa che il disgregamento non è giunto a perfezionare e che ciò ch'egli vuole operare verrebbe meno, qualora con ogni possibile cura non procedesse nella preparazione.

La influenza che l'ingrandimento della superficie di una roccia esercita sulla facilità con cui la sua aggregazione vien distrutta, ovvero su'cambiamenti che essa prova per l'azione chimica degli elementi dell'aria e dell'acqua, si osserva sopra una vasta scala nelle miniere d'oro di Yaquil nel Chilì, delle quali dobbiamo a Darwin una importantissima descrizione. Il minerale aurifero è ridotto co'molini in una finissima polvere, e le parti pietrose più leggiere vengono separate dalle particelle metalliche mercè un processo di lavatura. Una corrente di acqua porta via le prime, mentre le particelle dell'oro cadono in fondo del recipiente. La corrente dell'acqua fangosa è condotta in stagni ove il fango si deposita col riposo. Allorchè lo stagno a poco a poco se ne riempie, si cava il fango depositato, e se ne formano dei mucchi, che si abbandonano a se stessi, cioè all'azione dell'aria e dell'umidità. Per la natura del processo di lavamento a cui furono sottoposte le particelle della roccia ridotte in finissima polvere, esse, non possono più contenere parti solubili, poichè per la lavatura queste furono tolte via dalla corrente d'acqua. Fintanto che il fango depositato rimaneva coperto da uno strato di acqua e quindi guarentito dal contatto dell'aria, esso non soffriva al fondo dello stagno alcuna alterazione; ma trovandosi ad un tempo esposto all'azione dell'aria e dell'umidità, vi si opera per tutta la massa una potente azione chimica, la quale si manifesta per l'apparizione di copiose *efflorescenze* saline che ne ricoprono la superficie. Dopo due o tre anni di esposizione all'aria si procede di bel nuovo alla lavatura dello stesso fango divenuto duro, e così si continua a fare per sei o sette volte e se ne ottengono ogni volta, benchè in proporzione sempre minore nuove quantità di oro, che furono

messe a nudo ovvero rese separabili, mercè quella chimica azione che produsse la efflorescenza. Questa appunto è quella stessa azione chimica che ha luogo nella terra lavorata dei campi e che noi accresciamo ed acceleriamo mercè le operazioni meccaniche della coltura. Rinnovando la superficie, noi cerchiamo di rendere tutte le particelle della terra da coltivarsi accessibili all'azione dell'acido carbonico e dell'ossigeno. E però ciò facendo spandiamo egualmente quella quantità di sostanze alimentari minerali che si trovavano accumulate in un luogo, trasportandole là dove ve ne era difetto, onde è che non manca la indispensabile nutrizione perchè una nuova generazione di piante venisse a compiere il suo sviluppo.

LETTERA XXXV.

La mia ultima lettera deve avervi dato qualche schiarimento intorno a' principî generali su cui fondasi l'arte dell'agricoltura. Mi resta ancora a richiamare la vostra attenzione su talune circostanze particolari che mi sembrano più segnatamente adatte a dimostrare in modo convincente la intima connessione che v'è tra l'agricoltura e la chimica, nonchè la impossibilità di fare de' progressi in quest'arte più di ogni altra importante, qualora s'ignorano i principî di quella scienza.

Tutte le piante coltivabili abbisognano di alcali, o di terre alcaline; ciascuna ne richiede una determinata proporzione. Quelle dei cereali non allignano se l'acido silicico non è contenuto in istato solubile nel suolo. I silicati che incontriamo in natura distinguonsi essenzialmente tra loro per la maggiore o minore facilità con cui si disfanno all'aria, o per la ineguale resistenza che le loro parti costituenti oppongono al potere dissolvente degli agenti atmosferici. Il granito di Corsica è già ridotto in polvere durante quello stesso tempo che non basta neanche a far perdere il lustro al granito terso di Bergstrasse.

Vi sono de' terreni tanto ricchi di silicati facili a disfarsi all' aria, che da un anno all' altro, o da due in due anni, vi si trova solubile ed atto all' assimilazione tanto di silicato di potassa quanto ne abbisogna ai gambi e alle foglie di una intera raccolta di frumento. Non sono mica cosa rara in Ungheria le grandi estensioni di terreni, in cui a memoria di uomo, sulla stessa terra, si coltiva alternativamente il frumento ed il tabacco, senza che al suolo si restituisca mai alcuna delle sue parti costituenti minerali, che nelle foglie e nel grano gli son tolte. Vi sono poi altri campi in cui la quantità di silicato di potassa necessaria ad una sola raccolta di frumento non arriva a disgregarsi se non dopo due, tre, o più anni.

La parola *maggese* dinota dunque, nel senso più vasto, quel periodo di coltura, in cui nel suolo abbandonato all' influenza dell' atmosfera certe sue parti costituenti diventano atte a venir diffuse ed assimilate dalle radici, comechè prima o non lo erano, o lo erano in un grado assai minore. Nel senso più stretto, poi, questa espressione si riferisce soltanto agl' intervalli di tempo da una raccolta di cereali all' altra; giacchè queste ultime, dovendo prosperare, hanno assolutamente bisogno di una provvisione abbondante di silice solubile unita agli alcali nel suolo; e se noi coltiviamo nello stesso terreno patate o rape, le quali non gli tolgono nessuna delle particelle disgregate di silice, dovrà il medesimo conservare la sua fertilità pel frumento che vi si coltiva dopo.

Da quanto precede s' inferisce che il lavoro meccanico di un campo è il mezzo più semplice e più economico per rendere accessibili alle piante le materie contenute nel suolo e che le servono di alimento. Non vi ha dunque, potrà domandarsi, altri mezzi oltre quelli meccanici, che potrebbero servire ad aprire il suolo ed a facilitare all' organismo delle piante lo assorbimento delle parti costituenti di quello? Questi mezzi vi sono certamente, e tra essi la pietra calcare calcinata è uno di quelli di cui in preferenza ed in grande già si fa uso in Inghilterra da un secolo; difficilmente si troverebbe un altro mezzo più semplice e più conducente allo scopo. Ma per formarci una giusta idea del modo come la calce opera sopra la terra vegetabile di un campo, egli è necessario ricordarsi di quei procedimenti di cui si avvale il chimico preparando un minerale per indurre le sue parti costituenti a disgregarsi, cioè a rendere le sue parti atte a passare allo stato di solubilità, in un breve e dato intervallo di tempo.

Il feldspato, per es., ridotto in polvere la più fina possibile o trattato semplicemente con un acido, ha bisogno di settimane e di mesi intieri per disciogliersi in esso; ma se lo mescoliamo con calce e lo esponiamo ad un debole calor rosso, la calce entra in combinazione chimica con le particelle del feldspato. Una parte dell' alcali (potassa) che vi è racchiusa vien resa libera, e basta allora versare sopra la combinazione un acido, per disciogliervi a freddo non solo la calce, ma anche le altre parti elementari del feldspato. L'acido si appropria tanta quantità di silice che forma con essa una gelatina trasparente.

Ora nel modo stesso che la calce si comporta col feldspato nella calcinazione, si comporta ancora la calce spenta con la maggior parte de' silicati alcalini a base di allumina, purchè stiano in istato umido per qualche tempo a mutuo contatto. Due mescolanze, una di argilla ordinaria da stoviglie o di terra da pipa con acqua, e l'altra di latte di calce, diventano più dense nell' istante stesso che si mischiano insieme. Se per mesi interi abbandoniamo in questo stato la mescolanza a se stessa, l'argilla mista col latte di calce si rapprende in gelatina allorchè vi si introduce un acido, proprietà che ad essa mancava quasi del tutto prima del suo contatto con la calce. Questa combinandosi con le parti costituenti dell' argilla ne opera la disgregazione, e, quello ch' è ancora più notabile, la maggior parte degli alcali contenutivi trovasi posta in libertà. Queste belle osservazioni furono fatte per la prima volta da Fuchs in Monaco; non solo esse hanno dato delle dilucidazioni sulla natura e la proprietà della calce idraulica, ma, ciò che devesi riguardare come cosa più importante ancora, esse hanno pure fornita la spiegazione intorno all' azione della calce spenta caustica sulle terre coltivabili, e somministrato all' agricoltura un mezzo preziosissimo per aprire il terreno, e mettere in libertà gli alcali indispensabili allo sviluppo delle piante.

I campi della contea di York e di Hereford presentano in ottobre l'aspetto di un suolo coverto di neve. Intiere miglia quadrate vedonsi coverte di calce spenta o sfarinata all'aria, la quale durante i mesi umidi dell' inverno esercita la sua benefica influenza sopra il suolo compatto ed argilloso di quelle contrade.

Nel senso della teorica dell' *humus*, oggidì abbandonata, dovevasi supporre che la calce calcinata esercitasse una influenza ben nociva sopra il terreno, poichè distrugge le materie organiche contenute in questo, togliendogli così la facoltà di poter ce-

dere dell'*humus* ad una nuova vegetazione; ma appunto il contrario vi ha luogo, e la calce accresce la fertilità del suolo pe' cereali. Questi han bisogno di alcali e di silicati solubili, i quali per effetto della calce diventano atti all'assimilazione per le piante. Se inoltre trovasi nel suolo una materia in atto di lenta combustione, che somministra alle piante acido carbonico, lo sviluppamento di queste ne verrebbe favorito, ma tuttavolta la presenza di una tale sostanza non è di assoluta necessità. Se noi provvediamo il suolo di ammoniaca e dei fosfati indispensabili alle piante dei cereali, qualora esso se ne trovasse sprovveduto, abbiamo con ciò soddisfatto a tutte le condizioni per ottenere un' abbondante raccolta, poichè in quanto all'acido carbonico l'atmosfera n'è un vero magazzino inesauribile. La semplice calcinazione del suolo opera una influenza non meno favorevole alla fertilità di un suolo argilloso.

L'osservazione del cambiamento importante che l'argilla soffre nelle sue proprietà mercè la calcinazione è ancora molto recente, e fu fatta la prima volta nell'analisi minerale di diversi silicati a base di allumina. Molti di questi, che nello stato naturale non sono attaccati dagli acidi, diventano perfettamente solubili, se prima sono riscaldati sino all'incandescenza ed alla fusione. Ai silicati di questo genere appartengono l'argilla da stoviglie e quella gialla, la terra da pipa, nonchè le diverse modificazioni di argilla che si rinvengono nella terra coltivabile. Nello stato naturale questi silicati possono essere mantenuti per ore intiere in ebollizione, per es. nell'acido solforico concentrato, senza che vi si disciolgano sensibilmente; ma se l'argilla (come la terra da pipa in molte fabbriche di allume) è leggermente calcinata, essa si discioglie nell'acido con grandissima facilità, e la silice che vi è contenuta si separa in istato di gelatina solubile.

L'argilla ordinaria da stoviglie appartiene ai terreni più sterili, quantunque nella sua composizione offra tutte le condizioni di una lussureggiante prosperità per la maggior parte delle piante; ma la semplice loro presenza non basta a poter servire utilmente alle piante. Bisogna ancora che il suolo venga reso accessibile all'aria, all'ossigeno, ed all'acido carbonico; bisogna che sieno fatte queste primarie condizioni e che il suolo sia penetrabile alle radici affinchè vi si possano svilnppare liberamente appropriandosi delle parti elementari di esso, che vi si debbono trovare in uno stato tale da poter essere assimilate dalle piante. La

argilla plastica non gode di veruna di queste proprietà, ma le riceve tutte la mercè di una debole calcinazione (1).

La grande differenza che passa nel loro comportarsi tra l'argilla calcinata e quella non calcinata si manifesta nei paesi umidi sugli edifizi costruiti di mattoni. Nelle città delle Fiandre, ove quasi tutte le fabbriche sono di mattoni, osservansi sui muri, dopo pochi giorni che son fatti, delle efflorescenze saline, che sembrano coprirle di un feltro bianco. Questi sali, allorchè son portati via dalla pioggia, ricompariscono dopo breve tempo, e questo fatto si osserva persino in quelle mura le quali, come le porte della fortezza di Lilla, esistono da secoli. Queste efflorescenze contengono de' carbonati e dei solfati a basi alcaline, sali che, come sappiamo, hanno una parte molto importante nella vegetazione. La influenza della calce sopra queste efflorescenze saline è molto notabile: esse cominciano a mostrarsi da prima nei siti ove il cemento si ritrova in contatto col mattone.

Egli è chiaro che nelle mescolanze di argilla e di calce trovansi riunite tutte le condizioni a poter disgregare il silicato di allumina, e rendere solubili i carbonati alcalini. La calce, che disciogliesi nell'acqua satura di acido carbonico, opera sull'argilla come il latte di calce, e da ciò si spiega la benefica influenza che una distribuzione di marna (nome generale di tutte le argille ricche di calce) esercita sulla maggior parte dei terreni. Vi sono dei suoli marnosi i quali superano tutti gli altri in fertilità, e ciò per tutte le specie di piante. Molto più efficace deve mostrarsi la marna calcinata; e lo stesso deve aver luogo pei minerali che le somigliano nella composizione, tra i quali è compresa, come è noto, la pietra calcare, che serve alla preparazione della calce idraulica. Ingrassando il suolo con essi, questo riceve non solamente le basi alcaline utili alle piante, ma altresì la silice, e ciò in istato favorevole all'assimilazione.

Le ceneri delle ligniti e del carbon fossile sono impiegate in molti luoghi come mezzi eccellenti per migliorare il suolo; quelle che in preferenza servono a questo fine si conoscono dalla loro pro-

(1) Io vidi in Hardvick-Court presso Glocester il giardino del signor Baker, il terreno del quale consiste in una argilla compatta, e che dallo stato di somma sterilità passò pel solo effetto della calcinazione a quello di massima fertilità. L'operazione fu eseguita insino alla profondità di tre piedi; procedimento a dire il vero non molto economico, ma che condusse all'intento.

prietà di formare una gelatina in contatto con gli acidi, o di indurirsi mescolate in poco tempo col latte di calce, non altrimenti che fa la calce idraulica, a guisa di pietra.

Le operazioni meccaniche dell'agricoltura, l'impiego della calce e la calcinazione delle argille concorrono dunque a spiegare un solo e medesimo principio scientifico. Essi sono altrettanti mezzi per accelerare il disfacimento all'aria dei silicati a basi di alcali e di allumina, onde provvedere sul principio di una nuova vegetazione le piante di certe sostanze nutritive che loro sono indispensabili.

LETTERA XXXVI.

Ora che nelle lettere precedenti mi trovo di avervi esposto le mie idee sul miglioramento del suolo in virtù di lavori meccanici e mercè l'aggiunta di sostanze minerali, mi resta a dir qualche parola sul modo come operano gli escrementi degli animali, ovvero sull'effetto del concime nel senso più stretto.

Per formarsi una chiara idea sul valore e sul modo di operare degli escrementi animali, egli è necessario anzi tutto di rammentarci della loro origine. Tutti sanno che per l'assoluta privazione di ogni cibo il peso del corpo animale vivente scema ad ogni istante. Se questo stato dura per qualche tempo, siffatta diminuzione del peso si rende sensibile anche all'occhio per lo smagrimento; il grasso e i muscoli diminuiscono, e finalmente spariscono, di maniera che nelle persone morte di fame non rimane altro che la cute, le membrane, i tendini e le ossa. Da questo dimagrare, per altro nello stato sano, proviene, che in ogni momento della vita di un animale una parte della materia organica del corpo vivente soffre un'alterazione; siffatta materia assume la forma delle combinazioni inorganiche, le quali più o meno alterate vengono cacciate fuori dagli organi delle secrezioni, per la cute, i polmoni e la vescica urinaria. Questa evacuazione dal corpo delle parti vi-

venti è nel più stretto rapporto col processo della respirazione; si può dire che essa corrisponda all'ossigeno atmosferico assorbito che si combina con certe parti del corpo medesimo. In ogni nostro respiro vien arrecato al sangue nei polmoni una certa quantità di ossigeno, che si combina con le parti costituenti del sangue stesso; ma quantunque il peso dell'ossigeno che ogni giorno s'introduce possa ascendere a 30 ed anche a 40 once, il peso del corpo non ne vien mica aumentato. Tutto l'ossigeno, che mercè la respirazione s'introduce nel corpo, n'esce compiutamente per la espirazione, e ciò in forma di acido carbonico e di acqua; ad ogni inspirazione il carbonio e l'idrogeno del corpo diminuiscono. Ma dimagrando il corpo per fame sofferta, la diminuzione del suo peso non proviene soltanto da che il carbonio e l'idrogeno si sono evacuati, ma ancora dacchè tutte le altre sostanze che si trovavano combinate con questi due elementi sono anch'esse cacciate fuori. L'azoto degli organi viventi che soffrono questa alterazione raccogliesi nella vescica urinaria. L'urina contiene una combinazione molto ricca di azoto, l'urea; essa contiene altresì in forma di solfato lo zolfo dei tessuti. Per l'urina escono a poco a poco tutti i sali solubili del sangue, nonchè quelli contenuti in tutti gli umori animali, cioè il sal marino, i fosfati, la soda e la potassa. Il carbonio e l'idrogeno del sangue, delle fibre muscolari e di tutti gli organi del corpo animale capaci di provare un'alterazione, ritornano all'atmosfera; l'azoto poi e le parti costituenti inorganiche solubili in forma di urina sono restituite alla terra.

Abbiamo innanzi considerato i cambiamenti che nel corpo dell'animale sano si succedono in ogni momento della sua vita; sappiamo che nello stato normale una parte non solubile del corpo è da questo cacciata fuori, ed egli è chiaro che, dovendosi ristabilire l'equilibrio nel suo peso primitivo, bisogna restituirgli quelle sostanze da cui si possono riprodurre il sangue e le materie evacuate dal corpo: un simile fornimento si opera la mercè dei cibi. Nello spazio di 24 ore non si osserva nè accrescimento nè diminuzione sensibile nel peso del corpo dell'uomo adulto che gode perfetta salute. Nell'età giovanile il peso del corpo cresce a poco a poco; nella vecchiaia esso diminuisce. Egli è evidente, che mercè i cibi sonosi surrogate le parti del corpo perdute per le evacuazioni; che ne' cibi introducesi nel corpo dell'animale adulto esattamente tanto di carbonio, di azoto e d'idrogeno e degli altri elementi, quanto esso ne aveva cacciato fuori per la cute, i

polmoni e la vescica. Nell' età giovanile, essendo la quantità dei principi alimentari assimilati maggiore della quantità delle materie che sono cacciate via, ne rimane una parte nel corpo; nella vecchiaia la quantità ricevuta è minore, ovvero l'esito supera l'introito. Non vi può dunque essere dubbio veruno, che ritroviamo negli escrementi fluidi e solidi dell'uomo e degli animali tutti i principi de' loro alimenti, tranne una certa quantità di carbonio e d'idrogeno emessa per mezzo della cute e dei polmoni.

Negli alimenti abbiamo introdotto dell'azoto nel corpo dell'animale adulto, giovane o vecchio; questo azoto ci vien restituito ogni giorno in forma di urea nell'urina, nella quale inoltre troviamo la intiera quantità degli alcali e dei fosfati e solfati solubili che vi avevamo introdotti negli alimenti. Negli escrementi solidi ritrovasi una quantità di materie, le quali erano contenute nel cibi e che non soffrono verun alteramento dagli organi della nutrizione; esse sono materie indigeribili come la fibra legnosa, la clorofilla e la cera, che vengono nuovamente cacciate fuori, dopo che hanno sofferte o no delle alterazioni. La fisiologia ci insegna, che l'intiero processo della nutrizione nell'animale, cioè il ripristinamento delle parti del corpo che da esso si sono segregate, ed il suo accrescimento in massa, operasi dal sangue. Lo scopo del processo della digestione è la trasformazione degli alimenti in sangue, l'assimilazione di tutte le sostanze contenute negli alimenti atte a servire alla sanguificazione; il che si può considerare come una sottrazione progressiva di azoto (poichè le sole materie contenenti azoto prestansi a tale scopo) a cui gli elementi, attraversando le viscere, sono soggetti. Egli è dunque chiaro, che gli escrementi solidi sono privi del loro azoto allorchè vengono evacuati dal corpo, e che non possono contenere più azoto di quello che proviene dalle secrezioni de' visceri destinati a promuovere il passaggio delle fecce. Con queste ultime sono puranche evacuati il fosfato di calce o quello di magnesia contenuti negli alimenti e che non furono impiegati nel corpo; son questi dei sali che non disciolgonsi nell'acqua, ossia nell'urina.

Senza che abbiamo bisogno di ricorrere ad altre ricerche, potremo farci una chiara idea delle proprietà chimiche degli escrementi solidi, comparando le fecce di un cane con i loro elementi. Noi diamo al cane carne ed ossa per cibo, due sostanze che sono ricche di materie azotifere, ed otteniamo per risultamento finale della digestione un escremento tutto bianco e pene-

trato di umidità, il quale esposto all'aria si riduce in una polvere secca, e che, al di fuori del fosfato di calce delle ossa, contiene appena l'uno per cento di una estranea sostanza organica. Noi otteniamo dunque, negli escrementi liquidi e solidi dell'uomo e degli animali, tutto l'azoto, tutte le materie inorganiche, solubili ed insolubili dei cibi consumati; e siccome queste materie provengono dai nostri campi, noi abbiamo in esse, per conseguenza, le parti costituenti della terra vegetale, da cui in forma di semi, di radici e di erbe le avevamo già tolte.

Una parte della raccolta è impiegata a nutrire ed ingrassare animali che servono di nutrimento all'uomo; un'altra parte di essa egli la consuma direttamente in forma di farina, di patate e di legumi; una terza finalmente componesi dei resti vegetabili non consumati che sotto forma di paglia sono impiegati a servire di strame. Non vi ha dubbio, che ci troviamo così in istato di riacquistare, negli escrementi liquidi e solidi dell'uomo, nelle ossa e nel sangue degli animali uccisi, tutte le parti costituenti minerali che dai nostri campi avevamo sottratte sotto forma di animali, di grano o di frutta; da noi soltanto dipende, se vogliamo o pur no, raccogliendo con ogni cura queste materie, ristabilire l'equilibrio nella composizione dei nostri campi. In tal modo possiamo calcolare la quantità di siffatte parti costituenti del suolo che esportiamo in una pecora, in un bue, ovvero in un tomolo di orzo, di grano, di patate; e dalla conosciuta composizione delle fecce umane possiamo determinare quanto ne dobbiamo riportare sui nostri campi per ricompensare la perdita che essi hanno sofferta.

Egli è certo che possiamo far di meno degli escrementi dell'uomo e degli animali, se noi abbiamo i mezzi onde procurarci da altre sorgenti le materie che sole danno agli escrementi il loro valore in agricoltura. Per riuscire nel nostro intento è cosa affatto indifferente, se portiamo l'ammoniaca sui nostri campi sotto forma di urina o sotto quella di un sale estratto dal carbon fossile, ovvero se le arrechiamo il fosfato di calce sotto forma di ossa o sotto quella di apatite (1). Il problema più importante nell'agri-

(1) Allorchè il professore di Oxford, dottor Carlo Daubeny, molto conosciuto per la sua eccellente opera sui vulcani, mercè una serie di esperienze da lui a bella posta istituite, arrivò a persuadersi del valore e della importanza del fosfato di calce in rapporto alla vita delle piante, rivolse la sua attenzione sulla vasta formazione di fosfato di calce, che secondo l'autorità di taluni distinti scrittori mineralogici doveva trovarsi in certi

coltura si riduce a restituire ai campi, in qualunque maniera che sia, le parti costituenti del suolo che loro ci troviamo d' aver tolte e che l'atmosfera non può somministrargli. Se questo risarcimento non è perfetto, la fertilità dei nostri campi o quella di qualunque altra terra va scemando, nè si aumenta se non vi riportiamo più di quello che avevamo tolto.

La importazione dell'urina e degli escrementi solidi da un paese straniero può considerarsi come equivalente alla importazione di grano o di bestiame. Tutte queste materie assumono, in un intervallo di tempo, che con ogni rigore si può determinare, la forma di frumento, di carne e di ossa; esse passano nei corpi degli uomini e ogni dì fanno ritorno alle primitive loro forme. La sola vera perdita che i nostri costumi non permettono di riparare è quella dei fosfati che gli uomini portano nelle loro ossa alla tomba. Tutte le parti costituenti della enorme quantità di alimenti che l'uomo consuma in 60 anni e che provengono dai nostri campi possono essere ricuperate e venire arrecate ad essi di bel nuovo. Noi sappiamo con ogni certezza che ricuperiamo negli escrementi solidi e liquidi tutt'i sali a basi alcaline, tutto il fosfato di

luoghi della provincia d'Estremadura in Ispagna. Egli prese il suo bastone da viaggio e pellegrinò in compagnia del Capitano Widdrington verso questa terra, onde accertarsi, « se la posizione del minerale in parola fosse tale da poter comodamente fornire di fosfato di calce i campi inglesi, in caso che le altre sorgenti del commercio venissero meno ». Io cito il presente come uno dei numerosi esempi del sentimento che gl' Inglesi hanno pel loro paese; e perchè un tal sacrificio fatto senza incarico alcuno e senza la minima speranza di esserne ricompensato da parte del Governo e della Nazione è così raro negli altri popoli.

A questo viaggio noi andiamo debitori di una relazione autentica sulla esistenza di questo prezioso minerale, che in Estremadura, nelle vicinanze di Logrossan, sette miglia discosto da Truxillo, forma una vena larga da 7 a 16 piedi e parecchie miglia lunga. È questo uno de' tesori di cui la Spagna è tanto ricca, e che forse basterà a poter pagare fra non molto una parte del debito pubblico di quel paese. È cosa veramente da compiangere che le ferrovie progettate sette anni or sono non si sieno eseguite. Queste ferrovie in forma di croce, con Madrid nel centro, dovevano unire il Portogallo con la Francia, e Madrid con due mari; esse avrebbero fatto della Spagna il paese più ricco di Europa.

Presso Ostheim nel Wetterau, il Dottor Bromeis venne a scovrire, non ha molto, una vena di fosfato di calce della spessezza di 6 pollici (osteolite) nella dolerite decomposta; l'osteolite è bianca come la neve, tinge come il bianchetto e contiene 80 per 100 di fosfato di calce pura.

calce e di magnesia che l'animale riceve ogni giorno nel suo cibo, ovvero tutte le parti costituenti inorganiche degli alimenti.

Senza che abbiamo bisogno di ricorrere all' analisi di siffatti escrementi, possiamo determinarne facilmente la quantità ed indicarne i caratteri e la composizione. Noi provvediamo quotidianamente un cavallo con 4 1/2 libbre (= 2,52 rot.) di avena ; e con 15 libbre (=8,41 rot.) di fieno; l'avena dà 4 ed il fieno 9 per cento di cenere, e noi ne conchiudiamo che gli escrementi giornalieri di un cavallo debbono contenere 21 oncia di materie inorganiche, le quali furono tolte ai nostri campi. L'analisi delle ceneri della biada e del fieno indica esattamente, in parti centesime, le proporzioni in che la silice, gli alcali ed i fosfati vi sono contenuti.

Facilmente si osserva, che la qualità delle parti costituenti fisse negli escrementi varia per i cibi diversi. Una vacca che riceve per nutrimento barbabietole o patate senza fieno o paglia di orzo, non ci darà silice ne' suoi escrementi solidi, e questi conterranno soltanto fosfato di calce e di magnesia ; ne' suoi escrementi liquidi poi troveremo il carbonato di potassa e la soda, non che combinazioni di queste basi con acidi inorganici, ovvero, in una parola, noi ritroveremo negli escrementi liquidi tutte le parti costituenti solubili delle ceneri dei cibi consumati, ed in quelli solidi avremo le parti di queste stesse ceneri che non sono solubili nell'acqua. Se il foraggio o gli alimenti (pane , farina , ogni specie di semi , carne,) lasciano per residuo della loro combustione una cenere che contenga dei fosfati alcalini solubili, allora dall'animale che ha consumato questi alimenti otterremo un'urina nella quale di bel nuovo ritroveremo questi fosfati alcalini. Se la cenere del foraggio (fieno, rape, patate) non cede affatto all'acqua fosfato di potassa, e se in essa si trovano soltanto dei fosfati terrosi insolubili, l'urina in tal caso sarà scevra di fosfati alcalini, e noi troveremo soltanto i fosfati terrosi nelle fecce. L'urina dell'uomo, quella degli animali carnivori e dei granivori contiene fosfato alcalino, ma la urina degli erbivori non contiene più questo sale.

L'analisi degli escrementi dell'uomo e degli uccelli pescivori, quella del guano e degli escrementi del cavallo e della vacca, ci forniscono sui sali contenuti in essi gli schiarimenti più soddisfacenti. Noi riportiamo, secondo che risulta da queste analisi, negli escrementi solidi e liquidi dell'uomo o degli animali, sui no-

stri campi la cenere delle piante di cui l'uomo e gli animali si sono cibati. Siffatta cenere componesi di sali solubili, di sali insolubili e di terre, le quali sostanze essendo indispensabili allo sviluppo delle piante coltivate, debbono tutte essere fornite da un suolo fertile.

Non vi può esser dubbio, che riportando questi escrementi sui nostri campi, noi riportiamo in essi le parti costituenti del suolo che a quelli furono tolte per la raccolta, e che con ciò noi rendiam loro la facoltà di fornire di alimenti una novella raccolta, ovvero noi ripristiniamo l'equilibrio disturbato. Ora che sappiamo come le parti costituenti del suolo contenute nel foraggio passano nell'urina e negli escrementi dell'animale che di quello vien nutrito, si può con la massima facilità stabilire il valore delle diverse specie di concime. Gli escrementi solidi e liquidi di un animale hanno il massimo valore come concime per quelle piante che servono di alimento all'animale che li ha evacuati. Lo sterco, dei porci che abbiamo nutriti di piselli e di patate, si presta in preferenza a concimare i campi di piselli e quelli di patate. Alla vacca noi diamo fieno e rape e ne otteniamo un concime che racchiude tutte le parti costituenti del suolo contenute nelle graminacee e nelle rape, e che noi dobbiamo preferire a qualunque altro per ingrassare i campi coltivati a rape. Così il letame dei colombi contiene le parti costituenti minerali dei grani; lo sterco de' conigli quelle delle piante erbacee e delle leguminose, e gli escrementi liquidi e solidi dell'uomo racchiudono in massima quantità le parti costituenti minerali di qualunque seme (1).

(1) Nelle vicinanze di Giessen, sopra un pezzo di terreno d'infima qualità, su cui da secoli allignavano solamente i pini, sendo che come terra coltivabile non aveva quasi alcun valore, io feci per tre anni degli esperimenti sull'effetto prodotto dalle parti minerali del concime, e mi son fatto certo, che per le piante perenni, per quelle di alto fusto e per le viti, bastino gli elementi delle loro ceneri, onde render fertile il suolo in quanto alle dette specie di vegetabili; ma che per le piante granifere ed estive, volendone ottenere il massimo di ricolto, sia di suprema importanza che il suolo contenga sostanze organiche. Aggiungendo semplicemente segatura di legno al concime minerale se ne aumentò in grado notevole l'effetto, e non mi sembra affatto da rivocare in dubbio, che la causa principale dell'effetto aumentato si dovesse ricercare nell'acido carbonico che vi si forma la mercè del processo di eremacausia.

In questo caso l'acido carbonico serve molto meno come alimento di

LETTERA XXXVII.

La contesa che di presente si trova esser posta tra l'agronomia pratica e la chimica scientifica, contesa la quale comechè

quello che serve come *mezzo dissolvente* pei fosfati terrosi (fosfati di calce e di magnesia) e per la conversione dei carbonati neutri, terrosi ed alcalini in bicarbonati, come anche per disgregare i silicati. L'acido carbonico è la condizione posta dalla natura perchè si effettuasse il passaggio degli anzidetti alimenti nell'organismo della pianta; di fatti i fosfati ed i carbonati terrosi si disciolgono di per sè nell'acqua sol quando questa contiene dell'acido carbonico. E però la quantità di acido carbonico contenuto nell'acqua piovana non basta a poter mettere nello stato solubile, cioè nello stato in cui la pianta può appropriarsela, quella quantità proporzionatamente così grande di elementi minerali, indispensabili per le piante estive, affinchè potessero giungere nel breve tempo del loro crescere al massimo del loro sviluppo. Ben si conosce da ciò l'effetto che in quanto a un tal fine vien prodotto da una modica pioggia, e ben si può estimare in che alto grado questo effetto venga necessariamente aumentato quando vi accede l'acido carbonico, in virtù del quale il potere dissolvente dell'acqua piovana per siffatte sostanze viene a trovarsi accresciuto cento e forse anche mille volte di più. La quantità di acido carbonico contenuto nell'acqua ordinaria di fonte, che alle volte contiene disciolte quantità considerevolissime di sostanze inorganiche, deriva da questa sorgente, cioè, dalla eremacansia delle sostanze organiche.

Il massimo effetto venne prodotto da un miscuglio di concime minerale con concime di stalla. Quest'ultimo, rispetto alle quantità minerali che vi si ritrovano, contiene troppo di sostanze organiche, giacchè in ogni caso ne contiene tanto che l'acido carbonico che se ne forma dietro il processo di eremacausia potrebbe discioglere una quantità molte volte maggiore di sostanze minerali. Lo straordinario aumento dell'effetto che si produce dalle ossa la mercè dell'agginnzione dell'acido solforico è dovuto meramente all'accresciuta solubilità del fosfato di calce. Negli anzidetti saggi, lo feci, come molti altri prima di me, la esperienza, che il rendere fertile un suolo di per sè sterile (quando la sua sterilità proviene da difetto delle parti costituenti ed efficaci, e non già dalla sua inetta natura fisica) conduce a delle spese maggiori di quelle che si farebbero comprando il più fertile terreno. Facil cosa è farsene il conto.

Incorporando ad un acro (inglese) 8950 libbre (=3022 rot.) di cene-

da una banda, forse non senza vantaggio della propria causa, procedesse con asprezza e passione, doveva ben giustamente richiamare a se l'attenzione degli uomini di Stato più distinti, poichè verte intorno ai beni materiali i più importanti, e si rapporta alle fondamenta su cui riposa l'edificio della società. I bisogni più urgenti del tempo chieggono che tutte le vie venissero investigate e tutti i mezzi venissero tentati nel fine di giungere a produrre, sopra una data superficie di terra, una quantità maggiore di pane e di carne, per soddisfare così alle necessità della sempre crescente popolazione sulla detta superficie. Le quistioni sociali di più alto momento si rannodano alla soluzione di questi problemi, e che si aspetta dalla scienza.

La scienza da parte sua ha preparati i necessarî lavori preliminari, ma il modo da essa tenuto non va mica a sangue dei pratici. In tutto ciò che essa ha operato non incontrò presso costoro se non resistenza, giammai soccorso.

La scienza ha spianato il suolo per la costruzione del nuovo edificio, che dovrà ricevere in se e riparare tutti quelli che vi entreranno a far parte; essa ha disseccato il terreno, e fitti dei pali nella palude onde rendere le fondamenta dell'edificio solide e stabili per tutti i tempi che seguiranno; essa ha indicate le migliori pietre da impiegarsi per la costruzione, ed ha dimostrato che queste non da per tutto si rinvengono, comechè il cemento si ritro-

ri o di elementi di ceneri di grano, di patate, ec. siffatta quantità, quantunque grande, non basta se non a somministrarne un solo granello ad ogni pollice cubo per una profondità di 12 pollici. Ma questa quantità, comechè fosse molto minore di quella che un suolo modicamente fertile ne contiene in un pollice cubo, è però molto più grande di quella che ne abbisogna per una raccolta. Ma siccome solo è efficace quella parte del concime che si ritrova al contatto con una fibra radicale, ben si comprende perchè il suolo ne abbia bisogno molto di più. Sembra che in molti casi l'effetto principale del concime venga prodotto sui nostri campi da ciò, che le piante, trovando nella crosta superiore del campo gli alimenti in maggior copia, spingono nel primo periodo del loro sviluppo un numero di radicette dieci, cento e mille volte maggiore di quello che ne avrebbero spinto in un suolo arido; e che il loro crescere posteriore stia in rapporto diretto col numero di siffatti organi, i quali le rendono atte a poter ricercare negli strati inferiori ed appropriarsi le sostanze alimentari contenute nel suolo in una scarsa quantità; e forse da ciò si spiega ancora perchè l'ammoniaca, gli alcali ed i fosfati terrosi, in quantità minime rispetto a quella che si contiene nel suolo, aumentino in così alto grado la fertilità dei campi.

vasse da per ogni dove; e finalmente ha fatto anche la pianta dell'edificio da costruirsi. Ma niuno di tutti i fabbricatori e falegnami, senza il concorso dei quali la costruzione non può mandarsi ad effetto, ha mosso una mano a prestarle il suo aiuto. L'esperienza, così essi dicono, è stata da secoli la nostra guida e tal rimarrà per tutto il tempo avvenire: nessuna idea contraria alle nostre, che si fondano sopra queste sperienze, è per noi ammissibile o possibile: ciò che da quando si ha memoria degli uomini si è ritenuto come vero, lo deve essere necessariamente: il nuovo piano contraddice al nostro, ch'è il migliore: il disseccamento della palude e il conficcamento dei pali non hanno importanza veruna, e nemmeno le pietre perchè si ritrovano da per tutto, mentre, all'opposto, il cemento manca e da questo tutto dipende.

L'agronomia, come tutte le industrie tecniche, è nata sulla via dell'esperienza, dietro la cognizione cioè di fenomeni e di fatti, e poteva la mercè dell'arte sperimentale acquistare un certo grado di perfezionamento. La più superficiale osservazione ci mena a conoscere che havvi una certa connessione tra la natura del suolo e la sua fertilità; quando esso è fino a un certo punto poco compatto e nero di colore, dà per lo più ubertose raccolte, p. es. di frumento; ma non tutte le specie di suolo sono poco compatte, non tutte sono nere; l'arte sperimentale ricerca i mezzi onde rendere meno coerenti i suoli compatti e dare le proprietà di suolo nero a quelli che non le hanno; essa cerca di stabilire per un dato scopo, una connessione passaggiera o perenne tra due fatti; essa tenta infine di strappare al suolo ubertose raccolte la mercè di questa o di quella *pianta* o *concime*, ovvero prevalendosi di *altri mezzi*.

In tutti i fini che si possono raggiungere dall'arte esperimentale non si può fare a meno di certe idee, ma però quanto alla medesima non è mica importante se queste idee sieno o non sieno giuste. Trattandosi di pervenire ad una cosa, senza fermarsi a conoscerne la via, è giusta ogni via che verso quella conduce; e se collo stesso pensiero mille individui prendono altrettante diverse direzioni, si trova per regola sempre qualche cosa, non quella certo che si ricercava, ma spesso non pertanto qualche cosa che può servire. In questo modo si perfeziona la industria, ed è quasi incredibile il giovamento che se ne può cavare, come lo è quello che effettivamente ne fu ricavato.

La connessione tra due fatti, tra il suolo e la concimazione, si conosce solamente in virtù di un terzo fatto, del prodotto, per

esempio, che si ha della raccolta; per l'uomo pratico, pel *matter of fact*, non vi ha altra connessione.

L'esercizio della industria non suppone neanche un lavoro dell'intelletto, basta a ciò la conoscenza dei fatti e della loro connessione riconoscibile dai sensi. Il panettiere non sa nulla della farina, nulla del lievito, nulla della influenza della fermentazione e del calore; il saponaro non sa che cosa sieno, il ranno di potassa, il grasso e il sapone; ma entrambi sanno che, facendo questo o quello, nasce o il pane o il sapone. Se *la loro mercanzia è bella* allora è detta *ben riuscita*.

In modo simile si può dire che, pochi anni sono, l'agricoltore di tutto ciò che giornalmente praticava non sapeva quasi veruna cosa, niente sapeva del suolo, niente dell'aria, niente dell'effetto che l'aratro o il concime producono.

Tutte le tendenze degl'industrianti, come di per sè s'intende, sono dirette al lucro; all'accrescimento della loro rendita mirano tutt'i miglioramenti.

Quindi è che il panettiere considera come culmine dell'arte sua il saper confezionare un pane bianco e pesante da una cattiva farina grigia, come il saponaro il saper fabbricare un sapone di bell'apparenza da un cattivo grasso; e però lo scopo dell'agricoltore pratico è quello di produrre il massimo in raccolta di alimenti sopra un campo il più cattivo, impiegandovi il minimo di forze e di concime. In questo scopo si vedono identificati gli scarsi principî dei piccoli fabbricanti.

Tutti i progressi che una industria va facendo sulla via dell'esperienza, come pure quelli dell'agricoltura pratica sono in fin di conto limitati. Ogni via della esperienza giunge al suo limite, tosto che nessun altro oggetto che fosse nuovo si presenta alla ricognizione dei sensi, quando, cioè, tutto si è tentato, ed i fatti che si rapportano agli esperimenti si sono ricevuti nel mestiere.

Un progresso ulteriore si verifica solamente allorchè i fatti nascosti vengono ricercati, quando i sensi vengono impiegati a riconoscerli, e perfezionati i mezzi di ritrovarli; ciò non è possibile senza la riflessione e senza che lo spirito dell'uomo vi abbia la sua parte.

A questo punto l'agricoltura si ritrova di esser già da molto tempo pervenuta; ma siccome la pratica, cioè il mestiere, non si è giammai data la pena di voler conoscere i mezzi e le vie che conducono alla scoperta di fatti sconosciuti, così era cosa molto evi-

dente che essa non poteva raggiungere lo scopo a cui tendeva senza l'intervento della chimica, della scienza cioè che insegna le vie che conducono alla scoverta dei fatti nascosti; e la chimica ne assunse l'incaricò ben volentieri. In primo luogo la chimica disse alla pratica, che le idee annesse alle parole, *aria, suolo, concime*, erano indeterminate, ambigue e dubbiose; essa dimostrò, che queste parole ed espressioni hanno un contenuto invariabile, e che usate nel vero senso rigorosamente determinato esse rimangono sempre identiche e le stesse, e che in questa guisa solamente esse sieno applicabili alle operazioni dell'intelletto. La chimica innalzò le idee della pratica al grado più alto d'*idee scientifiche*.

La idea nuovamente acquistata del concime venne accolta con entusiasmo dall'agronomo, che zelante ne volle approfittare. Il concime si conosceva essere il fattore più importante dell'incremento delle raccolte. Si seppe, la parola *concime* essere un nome collettivo, che esso consiste di parti, e come il suo effetto sia determinato da quelle appunto che lo costituiscono.

Or la pratica cominciò a operare con le parti, in modo simile come aveva operato col tutto; e siccome le singole parti non surrogavano il tutto, gli effetti non corrispondevano alle aspettative, così non si avanzò più di prima. L'entusiasmo si raffreddò, ed ebbe luogo un regresso.

« È cosa stolta, dice Pusey (presidente della Società agronomica in Inghilterra), di attribuire il minimo valore alle dubbiose dottrine della chimica; oltre ad una ricetta per disciogliere, nell'acido solforico, le ossa nel fine di renderle più efficaci, oltrè la proposta di usare invece della brodiglia di letamaio l'acqua che ha servito nella preparazione a caldo della canapa, la chimica non ha apportato alcun giovamento all'agricoltura; bisogna attenersi alla pratica, questa sola merita fiducia ». Tutti gli uomini pratici in Inghilterra, in Germania ed in Francia erano perfettamente di accordo con questa sentenza, a niuno la chimica aveva arrecato dell'utile, a niuno aumentate le raccolte e quindi vantaggiate le rendite. Come liberata da un monte che la opprimeva, l'arte sperimentale, priva di idee, rialzò la sua testa, e fece degli sforzi inauditi, onde confutare le argomentazioni che si rannodavano alle idee scientifiche, e dopo un decennio di esperimenti si trovò, che in vece di proseguire la via si era mossa in un cerchio come un cavallo che mette in movimento un bindolo; vi si erano attaccati più cavalli, ma, siccome non si era allungato il timone, il cer-

chio era rimasto lo stesso e solamente era più usato di prima pel calpestio.

Fu questa epoca segnalata da novelle oscillazioni nell'arte agraria. La scienza dimostrò, che gli stessi fatti che erano destinati a confutare le sue dottrine possedevano anzi che nò il pieno carattere di altrettanti argomenti in conferma delle medesime; che de' mancati successi a cui si era pervenuto portavano la colpa gli agronomi, poichè essi non avevano seguita la via giusta ed avevano misconosciuto la natura e il significato della scienza; che la scienza non si occupava mai della ricerca dei mezzi di accrescere le raccolte e di aumentare la rendita ai proprietarî; che essa cercava di sapere ciò che sia vantaggioso; e che la scienza era stata confusa con l'arte di sperimentare, la quale dimanda un fine; lo scopo della scienza essere quello di rinvenire le cagioni, ed essa medesima non essere altra che un lume per rischiarare la oscurità; la scienza non prestare altro che *forza*, e non *denaro*, e la forza fare dei *poveri* o de' *ricchi*, ricchi quando *produce*, poveri quando *distrugge;* essere la forza vigorosa nel surrogare, e distruggersi nel *consumo;* se l'agricoltura volesse riuscire ad ottenere dei successi durevoli, dover essa determinarsi a percorrere le vie e seguire il metodo che la scienza aveva riconosciuti come i soli che sieno certi, onde portare la chiarezza nei processi e nei rapporti ignoti ed oscuri, e ciò potersi effettuare senza che facendolo si venisse a rinunziare a qualsiasi dei fatti riconosciuti e delle sperienze fatte; non mancare questi ultimi, ma mancarne la spiegazione. Dover gli agronomi, per le prime, rinunziare di tirare dai fatti delle conseguenze risalendo in dietro, verso uno scopo prefisso, ed occuparsi unicamente di rinvenire le prossime condizioni di tutti i fenomeni che abbracciano la vita e lo sviluppo delle piante, delle quali si ritrovano di aver in mira la produzione; dal benefico effetto di una parte costituente dei concime in un singolo caso, non dover essi affrettarsi a conchiudere per un simile effetto anche in un altro caso, onde subito ricavarne dell'utile, ma dover essi prima escogitare la causa del favorevole effetto prodotto dalla materia adoperata come concime in quel singolo caso. E però questa specie di ricerche vengono straordinariamente facilitate nelle condizioni agrarie dacchè tutte le condizioni dei processi e degli effetti, o pure delle prossime cause di questi, sono percettibili ai sensi, e, qualora si sappia ben procedere, sono così evidenti da toccarsi con mano.

Il benefico effetto di un mezzo di concimazione A dipende sempre da una certa conformazione fisica del suolo e dalla presenza di una seconda sostanza B, di una terza C di una quarta D e via discorrendo. Quando tutto ciò si è rinvenuto, si sottopone allora la propria conchiusione ad una pruova, la quale dovrà far vedere se tutte le condizioni si trovano essere state riunite e se nessuna se ne fosse trasandata. E però riunendo tutte le condizioni rinvenute si tenta di produrre gli stessi effetti in un altro suolo, e qualora l'effetto corrisponde alle supposizioni, e se è egualmente favorevole, si trova di aver così fatto un passo straordinario in avanti, imperocchè da questo caso speciale si possono determinare a priori gli effetti eguali o ineguali che in simili casi produrrà la sostanza A impiegata come concime; gli effetti eguali saranno prodotti ovunque si conosce che vi si ritrovano le medesime condizioni e nell'istesso modo; come gli effetti ineguali, si hanno qualora si trova che vi è mancanza o difetto di qualsisia di esse.

L'espressione per l'effetto collettivo e per la presenza di tutte le condizioni dell'effetto osservato chiamasi allora una legge, una *legge speciale*, perchè questa si riferisce ad un caso speciale, per esempio ad una pianta determinata. Se questa legge è vera pel fosfato di calce e pel « navoni » non è pertanto anco vera pel « frumento ». Ma per ogni concime, per ogni pianta, si possono rinvenire leggi speciali analoghe, dalle quali in prosieguo è possibile di ricavar delle leggi generali, che sono formule per le condizioni del crescere e dello svilupparsi di tutte le *piante granifere* e delle loro varietà, di tutte le *piante di rape*, di tutte le *piante tuberose*, ec., formule che nella loro correlazione ricevono adesso il nome di *teoriche*.

Ognuno, anche la intelligenza più limitata, dovrà convenire che in cosiffatto procedere niente vi ha d'ipotetico. Esso differisce dall'arte sperimentale soltanto in ciò, che abbraccia delle idee, e siccome queste idee seguono una direzione ben determinata, siffatto modo di procedere ebbe un nome particolare, quello cioè di *metodo induttivo*.

Questo metodo che non fu conosciuto nè esercitato dagli antichi, ha fin dalla sua introduzione riformato il mondo; desso è quello che ha dato al tempo moderno quel carattere che lo distingue. I Greci ed i Romani possedevano nelle scienze dello spirito e delle belle arti ciò che noi attualmente possediamo; ma essi non conoscevano le scienze naturali che sono figlie di questo metodo,

a cui noi andiamo debitori di tanti milioni di schiavi volonterosi, diligenti, ed il cui lavoro non costa nè sudori, nè sospiri, nè lagrime; esso ha creato, per la sola Germania, da 7 in 800,000 cavalli, i quali vanno a rilevare i prodotti dell'industria e del suolo da paesi lontani e li portano da pertutto per soddisfare ai bisogni degli uomini, e diffonderli con una velocità pari a quella del vento e senza mai stancarsi. Cavalli son questi che non mangiano nè fieno, nè biada, e che, se fossero di carne e di sangue, richiederebbero pel loro mantenimento una estensione di terreni fertili tale da bastare alla produzione degli alimenti di 5 a 6 milioni di uomini.

Come chiaramente si vede, le conchiusioni a cui si arriva secondo questo metodo altro non sono se non le espressioni intellettuali per esperienze e fatti, e l'uomo pratico non dovrà temer di acquistare la fama, agli occhi suoi tanto sospetta, di teoretico, seguendo questo metodo per lo scioglimento di tutte le quistioni che gli sono utili. Certo è che egli non ne scioglierà una sola se non adotta questo metodo. Egli dovrà cominciare dal dimandare dal *perchè*, e l'*a chè* verrà da sè.

Sarebbe far loro un gran torto il voler passare sotto silenzio come da più di un mezzo secolo tutte le mire degli agronomi sono state dirette al fine di acquistare la cognizione dei processi dell'agricoltura, di riunire e di spiegare i fenomeni la mercè di un legame intellettuale e di rinvenire il rapporto di dipendenza tra i fatti singoli ed isolati.

L'agricoltura non poteva affatto rimanere estranea ai non ordinari successi e progressi fatti dalle altre arti industriali, di cui l'esercizio riposa sull'azione delle forze della natura, nè furono sconosciute le scienze naturali come la sorgente di quanto già si era ottenuto.

I Principi savi ed intelligenti istituirono delle scuole ed Accademie, nello scopo di appianare il passaggio all'agronomia delle dottrine e delle verità acquistate dalle scienze naturali, di ricercare i migliori metodi per la coltura e di farli estendere in cerchi più ampi.

Gli agronomi sentirono il bisogno di darsi ragione delle proprie azioni; e tutti consentirono pel progresso essere indispensabilmente necessario il sapere far giusto e nel modo giusto.

E di fatti in un libro elementare od in un manuale di agronomia pratica degli ultimi tempi, si vide con che zelo gli agrono-

mi si mettono a voler sciogliere il problema. L'influenza del suolo e del concime; l'adacquamento dei prati, il disseccamento, l'effetto che ogni singola sostanza adoperata come concime produce sopra ogni singola pianta da coltivare, tutto si è posto in armonia e si è illustrato e spiegato nel modo il più bello; non vi ha processo che fosse rimasto oscuro; tutto si è escogitato e definito, e una certa superbia gonfia il petto de' maestri, che tanto hanno operato e che innalzarono l'arte agraria al rango di scienza.

« *Ma tutto è apparenza, nè in alcuna parte vi ha una legge o una verità.* Se nel mondo si ritrova un ordine di spiriti che hanno un'innata avversione contro ogni progresso, havvene pure un altr'ordine che nel fatto è anche peggiore di molto, quello cioè che sembra essere destinato a mettere in caricatura il progresso. Son questi que' pazzi entusiastici, i quali come tante ombre difformanti sieguono il sentiero della verità, della quale essi deformano in ogni oggetto in cui si presenta, in mille bizzarre e ridicole guise, il quieto e preciso contorno; essi, come altrettanti merciaiuoli ambulanti di novità sulle strade, saltimbanchi, esagerano tutte le cose, e, come altrettante scimie la divisa del soldato, indossano la livrea della scienza, e ne parlano la lingua che intendono presso a poco in quel modo come un arrotino intende l'uso di uno strumento a cui esso lo rende inservibile colla sua ruota. L'agricoltura non ha giammai mancato di simili pazzi. Caricature di ogni specie seguivano il passo di ogni miglioramento o invenzione, di ogni buona idea, di ogni nuovo concime, sino al punto che la scienza, sentendo pronunziare il suo nome, era costretta ad arrossirne, lieta per altro di poter da incognita proseguire la sua via, rozzamente vestita di abiti impolverati. Questa piaga, che nell'attuale decennio è giunta al suo culmine, cominciò a manifestare la cancrena fin dall'ultimo decennio del passato secolo (1). »

L'agricoltura ignorava, che la spiegazione di un caso o di un processo, comunque poco significante si fosse, ovvero che il ritrovamento di una causa almeno quasi evidente di un effetto, costa sempre molta fatica e circospezione; che nella chimica, per esempio, ogni più semplice spiegazione di un caso speciale si debba al sudore di tanti attivi e perseveranti collaboratori. L'agricoltura crede-

(1) Hoskyns. The Chronicle of a clay farm by Talpa. Agricultural Gazette.

va che fosse bastevole il volere una cosa perchè subito se ne acquistasse il possesso; e siccome la caricatura le prometteva un possesso senza alcuna fatica, quella le si affidò, prendendola a guida. Gli agronomi erano tanto maggiormente contenti dei loro procedimenti in apparenza scientifici, per quanto questi da loro erano ben conosciuti e non costavano sforzi particolari. Quello che propriamente vi era di nuovo in altro non consisteva se non nella lingua; ed i nomi tecnici ben presto s'imparavano. Ognuno si credeva nel dritto d' istituire degli esperimenti chimici in agronomia, e tra essi vi erano anche degli uomini che della chimica sapevano quanto ne sapeva quello studente, che per distillare un fluido riteneva bastare a ciò il metterlo semplicemente al sole, o quanto quell'altro che per ridurre in polvere un minerale dimandò all'assistente del laboratorio chimico una grattugia.

Alle loro spiegazioni essi pervennero per la via più semplice del mondo. Così, per esempio, se tra due fatti, tra l'*acqua* ed il *crescere dell'erbe*, si era osservata una connessione manifesta, se il prato dopo l'adacquamento sviluppava la massa dei vegetali in maggior copia ed in minor tempo di quello che avvenisse senza lo adacquamento, l'empirismo stabilì per mezzo della immaginazione il rapporto che si vedeva esistere tra i due fatti, tra l'adacquare cioè ed il crescere delle erbe.

La causa rimaneva non pertanto ignota; ma vedendo l'effetto, si doveva esso attribuire ad una causa.

Colui che voleva spiegare cominciava a dare la sua spiegazione, facendo vedere, all'agricoltore buono e desideroso di sapere, un giuoco chimico di analisi, ed allorchè aveva ben bene disturbato il sano criterio dell'agricoltore con numeri e con calcoli insignificanti, esso faceva uscire dalla manica del suo abito, la spiegazione che già prima aveva inventata, come il saltibanco fa uscirne un bello rotondo e grasso sorcio.

Non sempre tra due fatti esisteva una connessione così manifesta come tra l'adacquare ed il crescere delle erbe, ma sempre si sapeva come cavarsela.

Così, per esempio, la connessione tra due fatti, come l'esaurimento del suolo nella coltura dei cereali ed il maturare del grano, lo spiegatore la creò mettendo tra l'uno e l'altro un poco di colla, della così detta *colla di esperienza*. E di questa colla vi erano particolarmente in uso due specie, la *colla delle ossa* e la colla di ammoniaca o *di azoto*. Di quest'ultima vi era in Inghilter-

ra una gran fabbrica, celebre per la divisa « LA PRATICA CON LA SCIENZA », fabbrica che soddisfece al consumo che in Germania si faceva di siffatta colla. Le espressioni « la teoria è uscita dalla colla » e simili, riconoscono forse da ciò la loro origine.

Tra due punti, come è ben risaputo, non è possibile che una sola linea retta; ma vi possono essere a bilioni e bilioni le linee curve, mercè cui si può congiungerli. Così pure esistono migliaia d'ipotesi per spiegare la connessione di due fatti, ma una sola teoria giusta vi ha; e facilmente si comprende come in agricoltura, seguendo un tal modo, non si poteva mai pervenire a tenere la dritta via nello spiegarne i fatti. Questo modo diventò molto popolare imperocchè non si avea mestiere di cognizioni per servirsene; ogni agricoltore ne possedeva la materia, conosceva i fatti ed occorrendo si poteva cuocere da se la necessaria colla di esperienza. Or siccome gl'ingredienti della colla (le esperienze individuali) erano presso tutti differenti gli uni dagli altri e per la qualità e per la quantità, avvenne che ognuno si faceva una sua propria teoria a seconda del suo modo di procedere e di rendersi ragione di ciò che si era trovato di poter osservare.

Per altro, queste teorie non avevano che pochissima influenza; l'uomo pratico si atteneva a quello che aveva sperimentato e vi si conformava; questo era il suo progresso, egli non ne conosceva alcun altro.

Il sistema d'insegnamento dell'agronomia pratica era una collezione di ricette diverse che corrispondevano ai casi conosciuti, una vera *Olla putrida* di fatti, e la teoria vi stava dentro come brodo guasto.

L'agronomo novizio diventava agronomo pratico e raccoglieva fama ed onori in modo simile come il fu rinomato Dottor verde di Offenbach sul Meno, di cui ancora si ricorderanno gli abitanti vecchi di quella città. Costui era un medico ebreo di molto grido, il quale in tutti i casi di gravissime malattie era chiamato a Francoforte, a Hanau e nei contorni, spesso con ottimo successo. La natura gli aveva largito un occhio acuto e il dono di essere un osservatore finissimo; la sua sapienza derivava da un ospedale in cui aveva servito da infermiere. Egli soleva accompagnare il medico quando questo passava le sue visite nelle sale degl'infermi per prescrivere loro le medicine opportune, e dopo di lui guardava la lingua e l'urina degli ammalati e loro toccava il polso; egli curava la esecuzione di ciò che il medico

aveva prescritto in quanto alla dieta, che cosa e quanto il malato ne doveva mangiare, e si copiava appuntino le ricette; se una di queste ultime giovava esso vi apponeva per segno una croce rossa, se l'infermo moriva, la ricetta veniva segnata con una croce nera. A poco a poco le ricette crebbero tanto di volume da formarne un libro, e quando non ebbe più cosa da aggiungervi esso cominciò a fare il medico, primo in piccolo e poi in grande; nella diagnosi egli era esperto, pei casi occorrenti aveva le sue ricette, prima venivano quelle con la croce rossa, e quando queste non giovavano seguivano quelle con la croce nera; ciò praticando si formò di poi la sua propria esperienza. Egli era molto ortodosso, il giorno di Sciabà (sabato) egli non scriveva le sue ricette, ma andava di persona alla farmacia a dettarle all'aiutante. *Rrrrr*, così cominciava, e ciò voleva dire Recipe; *tartemet gra due*, ciò significava *tartari emetici grana duo*; *Siralt*, ciò significava *syrupus althaeae;* non sapeva leggere neanche le proprie sue ricette, ma era un famoso medico pratico, e godeva di tanta fama che i medici di Offenbach di quei tempi i quali avevano fatti i loro studi regolarmente non riuscirono ad ottenere di fargli vietare la pratica medica a causa che non aveva egli studiato.

In modo simile si forma anche oggigiorno l'agronomia. I giovani agronomi aspiranti si fanno infermieri in un ospedale agronomico, ivi copiano le ricette, e poi uscendo per andare all'esercizio pratico, dal benevolo direttore ricevono nel congedarsi la quintessenza di due anni di studio fatti nelle scienze ausiliarie, in questa sentenza: « letame, guano e farina di ossa, miei signori, non lo dimenticate, questi sono e resteranno l'anima dell'agronomia (1). » Essi ben lo sapevano, e si erano già fatti persuasi che nè la chimica nè la fisica fossero da ascoltarsi, che il mangiare ed il bere mantiene uniti l'anima ed il corpo, e che la birra, il pane e l'arrosto sieno l'anima del giovane operaio.

Siccome in queste condizioni da più di sedici anni la vera scienza agronomica non ritrovò un terreno propizio, a nessuno al certo farà maraviglia, se le più rigorose conseguenze induttive furono tenute per altrettante ipotesi, giacchè in tutti i tempi in cui la bugia ha seduto sul trono la verità come menzogniera fu sempre posta in catene. « Che arroganza da parte della scienza, ritenere noi uomini pratici e ricchi di esperienza per ciechi e vo-

(1) Vedi G. Walz Beleuchtung. p. 128.

lerci fare l'operazione di cateratta? Come mai uomini che non sanno se in marzo o in aprile si abbiano a porre le patate, possono a noi insegnare le proprietà che un buon campo deve avere perchè fosse atto alla coltura delle patate, o pure che cosa sia il *maggese*? Le spiegazioni scientifiche mancano di esperienza, e noi possiamo farci queste da noi stessi e meglio assai. Chi al concime di stalla volesse rapire la sua dignità meriterebbe il rogo! »

Gli agronomi non avevano ancora acquistato il potere di distinguere le opinioni dai fatti positivi; ogni fatto sembrava loro giusto, onde ogni opinione ebbe il suo accoglimento. *Se la scienza rivocava in dubbio la verità di una delle loro spiegazioni, essi credevano che la medesima avesse contrastato la esistenza dei fatti*; se la scienza diceva essere il massimo progresso il surrogare il concime di stalla la mercè dei suoi elementi attivi, essi ritenevano che la scienza avesse negata la efficacia dello stesso.

Per malintesi di tal fatta si venne a delle quistioni; l'uomo pratico non comprendeva ancora le argomentazioni scientifiche; la sua contesa era con la chimera del suo proprio falso concepimento non con la scienza; esso ignorava che anche la scienza ha la sua propria morale, di cui le fondamenta sono la scuola e la educazione, la scuola per la dottrina e la educazione per l'esercizio della medesima. Come mezzo di coltivare lo spirito, lo studio delle scienze naturali era loro rimasto del tutto estraneo e perciò così difficile il bene intendersi scambievolmente. Per poco che essi si fossero familiarizzati collo studio di queste scienze, avrebbero da sè stessi imparato tutto ciò che ora costa tanta fatica per poterlo rendere loro intelligibile e manifesto.

Tra la fisica e la chimica contese di questo genere non ne esistono più, quantunque una volta, e non è gran tempo, si fossero trovate in questa medesima posizione che l'agricoltura non è ancora riuscita a superare.

Basta volgere un'occhiata ai fogli periodici chimici o fisici, perchè gli agronomi si facessero le più grandi maraviglie per l'ampiezza dei problemi dati e sciolti e per gl'indefessi lavori e sforzi che di spontanea volontà e senza mercede veruna a questo fine vengono fatti; ogni giorno apporta un progresso e tutto senza alcuna contesa; si sa che cosa sieno un fatto, un'argomentazione, una regola, una legge, una opinione, o una spiegazione. Per tutto ciò vi esistono pietre di paragone di cui ognuno fa uso pria di mettere in giro i frutti del suo lavoro. Ogni cura dal maggior u-

mero è volta a rischiarare fatti nascosti, che subito da altri vengono sottomessi alla pruova, e qualora vengono ritrovati giusti vien loro assegnato il posto ad essi spettante. L'uno degli osservatori ha il talento di rinvenire i caratteri di similitudine di due fatti, mentre un altro ha l'occhio esercitato per le differenze dei medesimi, e così l'uno aiuta l'altro a trovarne la vera spiegazione. Gli argomenti di una opinione ordinati alla maniera degli avvocati senza che venissero addotte delle convincenti pruove di fatto, ovvero l'intenzione d'indurre un altro a credere in una cosa non comprovata, naufragano immediatamente di contro alla morale scientifica; la buona volontà d'intendersi non manca mai.

Gl'intelligenti rappresentanti dell'agricoltura, nel discutere le loro quistioni hanno misconosciuta la via che loro assicura il poter raggiungere la meta prefissa.

Nelle grandi riunioni agronomiche vengono da singoli individui poste le quistioni, e il risolverle vien considerato come di un'assoluta necessità per il progresso. La maggior parte degli agronomi è affetta dalla malattia di porre quistioni, e si lusinga che le risposte sulle medesime potessero condurre ad una giusta conoscenza. Niuno intende che cosa sia ciò che importa sapere, e non pertanto ciascuno vuol contribuire al progresso. A siffatte quistioni, proposte da persone che non ne intendono l'oggetto, vengono date le risposte da altre persone che del pari non lo intendono. Ma niuno dei quistionanti pensa seriamente ad ottenere una risposta alla sua dimanda, poichè ognuno sa che non se ne saprebbe avvalere.

Vi ha un mezzo molto efficace onde convincersi di quanto abbiamo detto. Basta a ciò il rispondere, pensando a queste dimande, con un bel *si* o con un *no*, o pure con un numero ad arbitrio di *più* o di *meno*, allorchè la risposta dev'essere un valore numerico, e subito si avverte come sieno del tutto impraticabili, o di quella stessa tempra della quistione, allo scioglimento della quale una Accademia ben conosciuta mise un premio, « la decomposizione dell'azoto », la qual cosa ai nostri giorni ci sembra che presenti anche maggiori difficoltà di quelle che offrirebbe il rendere solubile il carbone di legno onde far cristallizzare il diamante. Coloro che rispondono a quistioni di tal fatta (lo intendo sempre di parlare delle sole dimande chimiche agronomiche) sono perciò sempre degli uomini che non sanno nemmeno trovare un mezzo distruttivo contro la podura, o comporre una ricetta per un buon

unguento da carrozza. Circa 15 anni or sono, **Hubleck** stabilì una serie di dimande dalla cui risoluzione sembrava a lui che dipendesse la salute dell'agricoltura; ma egli, come ogni altro, non se ne brigò un fico, e l'attuale stato dello sviluppo della medesima è la pruova convincente che niuna delle sue quistioni vi si trovava in rapporto o vi aveva alcuna sorta d'influenza.

Le quistioni di questo genere sono sempre il vero segno del progresso; esse provano, che l'agricoltura dallo stato del rozzo empirismo e dei fatti è entrata nel primo stadio del suo sviluppo scientifico, ch'è come l'età infantile, in cui il desiderio di sapere si manifesta in una gran copia di dimande; in questo senso noi non possiamo che gioirne.

In chimica ed in fisica noi abbiamo dovuto anche passare per tutto questo. Le Accademie e le Società dotte pubblicarono in quel tempo una quantità incredibile di dimande nauseose da premiarsi e di problemi impossibili a sciogliersi, senza che perciò avessero influito sensibilmente sopra il progresso della scienza. Chi non conosce appieno il rapporto tra questi problemi e la scienza, facilmente inclina a ritenere che molti robusti lavori, che fanno epoca, ne sieno stati la conseguenza. Ma questo è falso, imperocchè coloro che proposero la quistione di già sapevano che la risposta stava per la via, ovvero che la dimanda veniva mandata a degli uomini che già molto tempo prima se n'erano occupati.

Alle quistioni accademiche venivano sempre aggiunti dei premi, e delle volte premi di alto valore; ma siccome i nostri eccellenti agronomi considerano la risposta da farsi alle loro dimande come un affare di onore, così possono ben essere di tanto più certi che niuno ne prenderà notizia.

Nelle grandi riunioni il pratico agronomo comunica le sperienze che ha già fatte e ne fa derivare la sua opinione. Il risultamento finale è un mutuo consentimento, ed egli torna ai patri lari con un sentimento di soddisfazione per aver convinti gli altri che egli sia l'uomo del progresso, e che vi abbia la sua parte. Di principi non se ne parla; non altro si chiede se non un concime efficace e degli esperimenti; le verità fondamentali, così essi opinano, non rendono grasso un campo ch'è magro.

Pochi anni or sono un uomo di penna esternò in una simile Società un dubbio modesto sulla durata della colla di azoto fabbricata in Inghilterra, ma di comune consentimento si passò all'or-

dine del giorno, poichè l'esperienza già da gran tempo ne aveva decisa la superiorità.

Uno dei più cattivi lati degli uomini pratici è la loro insensibilità contro alle obbiezioni. Per l'assoluto difetto di ragioni si spiega la passione e la tenerezza che essi nutrono pel loro erroneo modo di vedere, che li rende ciechi anco nei loro propri interessi e sordi ad ogni ammaestramento. Chi non lusinga i loro pregiudizi, chi dice loro in viso che molto rimane ancora da impararsi, e che l'aver coscienza e il confessare la nostra ignoranza, come l'avvederci dei nostri errori, sia il principio del nostro miglioramento, lo considerano come loro inimico; e così avviene che io, il quale credo di esser il loro più sincero e verace amico, debbo omai decidermi a sopportare con rassegnazione l'intero pondo del loro disprezzo suggerito dalla superbia delle loro esperienze, accingendomi a provare che il sistema che da un mezzo secolo domina in agricoltura sia stato un sistema di predoni, il quale, se vien conservato, porterà seco irreparabilmente, in un tempo che si può calcolare a priori, la ruina dei campi, e la miseria ai loro figli ed ai posteri.

LETTERA XXXVIII.

Prima di mettermi a provare come il nostro attuale sistema agrario sia un sistema di spogliagione, voglio innanzi tutto protestarmi, che io non sono dell'opinione per la quale si ritiene, che ogni agronomo rispetto al più vantaggioso procedimento nella coltura dei suoi campi agisca contro le leggi della logica e del sano criterio; che anzi, al contrario, io son d'avviso, che i nostri pratici agronomi in rapporto a questo loro scopo agiscano molto ragionevolmente e secondo la logica. Essi in generale conoscono i mezzi per rendere fertili i campi che non lo sono, come anche quelli atti a far sì che i loro campi fertili dessero lucrose raccolte; essi si avvalgono con grande destrezza e ponderazione di que-

sti mezzi, che da tempi immemorabili si trovano esser conosciuti e provati.

Un campo che ha fornito una feconda messe di grano, riceve per mezzo di un competente lavorio meccanico e del concime la capacità di produrre per la seconda volta la stessa raccolta, e, continuando a praticare l'uno e l'altro, si riuniscono le condizioni perchè si riabbia la stessa messe. Ciò è conosciuto da ogni contadino, comechè egli non sapesse nè leggere nè scrivere.

L'attuale sistema seguito nella coltura dei campi, come si pretende, ottiene rendite maggiori, produce più grano e carne sopra una stessa superficie di suolo di quello che se ne produceva prima. E però dal bel principio io non ho intenzione di contrastarlo, nè qui si tratta di avere a biasimarlo da vicino, ma si tratta bensì della quistione di sapere se questo sistema sia *conforme al sano criterio.* Se le alte rendite sono la conseguenza di un sistema di coltura, in virtù del quale il campo a poco a poco va perdendo le condizioni della sua fertilità, e diviene povero ed esausto, questo sistema al certo, comechè facesse ricco colui che l'adopera, perchè gli procaccia maggiori entrate, ciò non pertanto non può essere considerato come voluto dal sano criterio.

Io so che la maggior parte degli agronomi non dubita affatto che il sistema da essi seguito nella coltura del loro campi sia il solo da potere a questi assicurare una eterna fertilità; di talchè quando mi riuscisse di pervenire a risvegliar qualche dubbio contro una tale fiducia, io avrò ottenuto uno scopo ben'alto; il semplice riconoscere l'errore è sufficiente a rimuoverlo dagli animi per sempre.

Io per altro non credo cosa possibile il restituire ai campi tutte quelle condizioni della loro fertilità, delle quali già si ritrovano di essere in difetto perchè loro erano state sottratte dal sistema usato finora, ma pure la mercè di una savia economia di quei mezzi che si hanno ancora a disposizione si può ottenere tanto, che tutto quello finora si è ottenuto, posto al confronto, ben poco debba apparire.

Onde formarsi una chiara idea del sistema con cui oggigiorno vengono coltivati i campi, non sarà certo inutile il riportarsi colla mente alle condizioni più generali della vita dei vegetabili.

Le piante son composte da elementi combustibili e non combustibili. Questi ultimi sono quelli che costituiscono le ceneri, che lasciano tutte le parti delle piante dopo di essere state abbru-

ciate. Gli elementi più essenziali contenuti nelle nostre piante coltivabili sono l'*acido fosforico*, la *potassa*, la *silice*, l'*acido solforico*, la *calce*, la *magnesia*, il *ferro*, ed *il sal marino*.

Si ritiene come un fatto incontrastabile che le parti costituenti delle ceneri sieno dei mezzi alimentari, e perciò appunto indispensabili alla formazione del corpo delle piante e delle loro parti. Dall'*acido carbonico*, dall'*ammoniaca* e dall'*acqua* si compongono i loro elementi combustibili, che come alimenti sono anche essi indispensabili.

Da questi corpi nel processo vitale si vien formando il corpo delle piante quando l'atmosfera ed il suolo sono in grado da poter offrire le suddette condizioni, ma in quantità convenevoli e nelle giuste proporzioni.

I soli elementi atmosferici non nutriscono la pianta senza che le particelle costituenti del suolo non vi cooperino nel tempo stesso, e queste ultime sono inefficaci se vi ha difetto delle prime; e le une e gli altri debbono sempre cooperare insieme perchè la pianta potesse crescere.

Da ciò si comprende di per sè che niuna delle anzidette sostanze alimentari delle piante possa avere un valore in preferenza delle altre; esse tutte hanno un *valore eguale* per la vita delle piante; ma però hanno *valori disuguali* per l'agronomo, il quale ogni sua cura deve rivolgere a ciò, che i suoi campi sieno provvisti, in quantità sufficienti, di tutte queste sostanze; poichè mancandone una nel suolo, egli non potrà far conto di ottener la raccolta, se prima il suolo non abbia ricevuto la sostanza mancante. Di talchè quella che manca del tutto o in parte, acquista perciò in quanto a lui un valore *in preferenza* rispetto a quelle altre di cui il campo si trova fornito a dovizia, come, per esempio, la calce in un suolo calcareo.

Tutti gli alimenti delle piante appartengono al regno minerale; quelli che hanno forma *aerea* vengono assorbiti dalle foglie, e gli altri che resistono al fuoco vengono ricevuti dalle radici. Gli alimenti aeriformi spesse volte sono contenuti nel suolo ed allora si rapportano rispetto alle fibre delle radici come si rapportano rispetto alle foglie, cioè, essi possono anche per via delle radici giungere nella pianta. Per la loro propria natura, quelli aerei sono *mobili*, e gli altri resistenti al fuoco sono *immobili*, nè possono di per sè cambiar di sito.

Una sostanza nutritiva resta priva di ogni effetto se manca

una sola delle altre sostanze nutritive che sono condizioni essenziali perchè quella produca il suo effetto.

Le piante granifere e quelle da foraggio abbisognano delle stesse parti costituenti del suolo per il loro sviluppo, ma in proporzioni molto differenti. Il prospero allignare di una pianta da foraggio su di un campo prova che la medesima abbia trovato nell'aria e nel suolo le proporzioni di alimenti che corrispondono alla sua vegetazione. Se la pianta granifera sullo stesso campo non alligna, ciò è segno che nel suolo vi ha difetto di qualche cosa. E però in tutti i casi in cui una pianta da coltura non prospera se ne deve rinvenire nel suolo la causa prossima e non già in un difetto degli alimenti atmosferici, imperocchè la sorgente che ha fornito alla pianta da foraggio questi elementi era appunto la stessa che avrebbe dovuto fornirli alla pianta granifera.

Ma qual'è l'effetto del suolo, ed in che maniera le parti che lo compongono cooperano alla vegetazione?

Queste dimande ci metteremo ad esaminare più da vicino.

Il processo di nutrimento è un processo di assimilazione degli alimenti da parte della pianta che cresce aumentando la sua massa, e questa si aumenta da ciò, chè le parti costituenti degli alimenti passano a divenir parti costituenti del corpo della pianta. Così, per esempio, dall'acido carbonico si forma lo zucchero; l'acido silicico si converte in una delle parti costituenti dello stelo; la potassa entra nel succo; l'acido fosforico, la potassa, la calce, la magnesia, diventano parti integranti del seme.

Nell'effetto di una sostanza alimentare fa mestieri che si distingua la rapidità o prontezza con cui agisce dalla durata che ha l'effetto. L'effetto dipende in generale dalla somma delle parti attive cooperanti, somma che in generale corrisponde a quella quantità che una pianta può assimilarsene durante il periodo della sua vegetazione e che di fatti ne assimila; qualunque difetto in ciò diminuisce la raccolta, e però la soprabbondanza delle medesime non l'aumenta al di là di un certo limite. L'eccesso di esse produce il suo effetto nel periodo della vegetazione che seguirà. La durata delle successive raccolte vien determinata dall'avanzo che ne rimane nel suolo dopo ciascun periodo di vegetazione. Se questo avanzo è dieci volte maggiore della quantità necessaria per una sola e abbondante raccolta, basterà per altre dieci raccolte abbondanti in altri dieci anni.

Un corpo, un pezzo di zucchero, per esempio, si discioglie

tanto più *rapidamente* in un liquido per quanto più *sottilmente* trovasi polverizzato. Quaudo vieu ridotto in polvere, la superficie viene accresciuta e con essa la quantità delle particelle che *in un dato tempo* vengono in contatto col liquido dissolvente. In tutte le azioni chimiche di tal natura l'effetto comincia dalla superficie. Un mezzo nutritivo che si ritrova nel suolo opera per la sua superficie; la parte sottoposta a questa, non essendo solubile, non manifesta effetto alcuno. Quanto più di questo mezzo nutritivo una pianta riceve in un dato tempo, tanto maggiore è l'effetto di esso in quel tempo. Cinquanta libbre di ossa, a misura che si trovano più sottilmente polverizzate, possono produrre in un anno l'effetto stesso che cento, duecento o pure trecento libbre in polvere meno sottile. Una polvere grossolana non è mai priva di effetto, ma per produrlo, per disciogliersi cioè, essa abbisogna di più tempo. L'effetto è minore, ma più durevole.

Per farsi una giusta idea dell'effetto che il suolo e le sue particelle costituenti esercitano sulla vegetazione, fa mestieri tener sott'occhio, che i mezzi nutritivi contenuti nel suolo sono sempre atti a produrre effetti, quantunque non sempre ne producano; essi sempre son pronti ad entrare in circolazione, e stanno come una donzella al ballo, la quale aspetta il cavaliere che l'inviti.

La esistenza di otto corpi nel suolo è indispensabile affinchè tutte le piante coltivabili possano rigogliosamente prosperarvi e fornire all'agronomo la più gran rendita possibile. Molti di essi, ma non tutti, vi sono sempre in gran quantità contenuti; tre di essi però li tiene solamente la maggior parte dei campi, perchè furono loro improntati. Questi otto corpi si possono paragonare ad altrettanti anelli di cui si compone una catena messa intorno ad una ruota; se uno di essi è debole, la catena non tarda a spezzarsi, e l'anello mancante è sempre l'anello principale, senza di cui la ruota non muove la macchina. La forza della catena dipende dalla forza del più debole degli anelli.

Noi avevamo creduto che le piante ricevessero i loro alimenti da una soluzione e che la rapidità dell'effetto stasse in uno stretto rapporto con la solubilità dei medesimi. Così pure avevamo ritenuto, che le parti attive di essi venissero apportate alle piante dall'acqua piovana in unione dell'acido carbonico; che la pianta fosse come una spugna la quale metà trovasi nell'aria e metà nel suolo umido, e che quello che dalla superficie esposta all'aria se ne evapora le venga incessantemente restituito dal suolo; che

l'acqua ricevuta dalle radici si evaporasse per le foglie; che l'acqua evaporata venisse restituita dal suolo alle radici; che tutto ciò che nell'acqua si ritrova essere sciolto passasse nelle radici insieme con le particelle acquee; che la pianta nel processo vitale assimilasse ciò che si ritrova essere disciolto, e che il suolo e la pianta fossero passivi.

Noi abbiamo insegnato che un mezzo nutritivo contenuto nel suolo, lontano da ogni fibrilla radicale, potesse nutrire la pianta, ogni qualvolta tra le fibrille e la sostanza alimentare si trovassero interposte particelle acquee, capaci a poterla disciogliere. Che in conseguenza dell'evaporamento effettuato dalle foglie, le radici assorbiscono le particelle acquee, le quali perciò appunto si trovano di ricever tutte un movimento in direzione delle fibre radicali, e che con le particelle acquee si muove pure la sostanza disciolta. Noi credevamo che l'acqua fosse il veicolo che portasse le lontane parti costituenti del suolo in vicinanza e al contatto immediato della pianta.

Noi abbiamo insegnato che, qualora 4000 libbre di grano e 10000 libbre di paglia hanno avuto bisogno, pel loro sviluppamento, di 100 libbre di potassa e 50 libbre di acido fosforico, e che se un'ettare di campo contiene queste 100 libbre di potassa e le 50 libbre di acido fosforico allo stato di soluzione, e però atte ad essere assimilate, sarebbero le dette quantità bastevoli alla suindicata raccolta; come pure che se il campo ne contenesse dieci o cento volte di più, se ne potrebbero ricavare altrettante raccolte.

Tutto ciò è stato un grande errore.

Dall'effetto che l'acqua e l'acido carbonico esercitano sulle rocce si è inferito, come illazione, l'effetto che entrambi quei corpi si pretendeva dover esercitare sulla terra vegetale; *ma questa illazione è un errore.*

Non vi ha in chimica un fenomeno che sia più maraviglioso, nè altro che facesse maggiormente tacere la umana sapienza, di quello che ci si presenta nel comportamento del suolo di un campo o di un giardino atto a far crescere le piante.

La mercè di semplicissime esperienze ciascuno si può convincere che l'acqua piovana filtrando attraverso della terra vegetale di un campo o di un giardino, non discioglie nemmeno una traccia di potassa, di silice, di ammoniaca o di acido fosforico; che la terra suddetta, di tutte le sostanze contenutevi, atte al nutrimento delle piante, non cede un atomo all'acqua, e che que-

st'ultima non ne toglie cosa alcuna. La pioggia più continuata non ha il potere di togliere ad un campo niuna delle condizioni principali della sua fertilità se non la mercè del meccanico portar via della terra medesima.

Ma la terra vegetale non solo ritiene fortemente ciò che in essa si ritrova di alimenti per le piante; il suo potere di conservare alle piante tutto ciò di cui esse hanno bisogno, va anche più oltre. Se l'acqua piovana, o un'altra acqua che contiene, in istato di soluzione, ammoniaca, potassa, acido fosforico o silice, viene a mettersi in contatto con la terra vegetale, tutti questi corpi, quasi all'istante, spariscono dalla soluzione; la terra li sottrae all'acqua. E però la terra priva *compiutamente* l'acqua delle sole sostanze che sono alimenti *indispensabili* delle piante; le altre vi rimangono del tutto o nella maggior parte disciolte.

Se si riempie di terra vegetabile un imbuto, e si versa sulla terra una soluzione di silicato di potassa (vetro solubile a base di potassa), l'acqua che scola non conterrà più alcuna traccia di potassa, e solo in alcuni casi conterrà qualche traccia di *acido silicico*.

Disciogliendo del *fosfato di calce* da poco tempo precipitato, o del *fosfato di magnesia*, nell'acqua acidulata con *acido carbonico*, e facendo che questa soluzione traversi, nell'anzidetto modo, la terra vegetabile, il liquido di filtrazione raccolto non contiene più tracce di *acido fosforico*. Una soluzione di fosfato di calce nell'*acido solforico* allungato, o di *fosfato di magnesia ed ammoniaca* nell'acqua acidulata di acido carbonico, si comportano nella stessa maniera. L'acido fosforico del fosfato di calce, l'acido fosforico e l'ammoniaca del sale di magnesia rimangono nella terra.

Similmente si comporta anche il carbone verso molti sali solubili; esso si appropria le sostanze coloranti ed i sali dei fluidi. Facilmente si potrebbe attribuire la cagione di un tal effetto in ambidue questi casi ad una stessa causa, la quale nel carbone è un'attrazione che parte dalla superficie; ma nella terra vegetabile, gli elementi di cui essa si compone prendono parte al suo effetto, che in molti casi è tutt'altro di quello del carbone.

La potassa e la soda, come ognun sa, si rassomigliano straordinariamente per le proprietà chimiche, ed anche i loro sali hanno molte proprietà comuni. Così, per esempio, il cloruro di potassio ha la stessa forma cristallina del sal marino; ma però entrambi questi corpi poco si distinguono, l'uno dall'altro, pel

sapore e la solubilità. Chi non è esperto, facilmente li confonde; ma la terra vegetale li distingue perfettamente.

Se ad una soluzione diluita di cloruro di potassio si aggiunge terra vegetale ridotta in polvere, verrà ben presto il momento in cui non vi ha più potassio nella soluzione. La stessa quantità di terra non toglie nemmeno la metà del sodio ad una soluzione di sal marino che abbia lo stesso contenuto di cloro. Nel potassio ebbe dunque luogo uno scambio intero che nel sodio non si effettuò che in parte. La potassa entra nella composizione di tutte le nostre piante terrestri, la soda non è contenuta che accidentalmente nelle ceneri. Similmente, adoperando soluzioni di solfato o di nitrato di soda, solo poche tracce di soda vengono assorbite dalla terra vegetale che vi s'introduce; ma, adoperando solfato o nitrato di potassa, tutta quanta la potassa vi rimane unita. Ricerche istituite a bella posta hanno mostrato che 1 litro=1000 centimetri cubi di terra di giardino (ricca di calce) assorbe la potassa di 2025 centimetri cubi di soluzione di silicato di potassa, la quale contiene 2,78 grammi di acido silicico, e 1,166 grammi di potassa, e da ciò si calcola che un campo della stessa natura e che abbia la superficie di un'ettara (=1428, 85 palmi quadrati) nella profondità di 25 centimetri (=10 pollici), potrebbe sottrarre ad una soluzione simile all'anzidetta e ritenere per uso delle piante oltre a 10,000 libbre di potassa. Un'altra esperienza, fatta con *fosfato di magnesia e di ammoniaca* disciolto nell'acqua resa acida con acido carbonico, ha dimostrato che un campo di un'ettara può sottrarre ad una tale soluzione 5000 libbre di questo ultimo sale. Un suolo argilloso (povero di calce) si è comportato nello stesso modo.

Da ciò si può ben farsi una chiara idea del potente effetto della terra vegetabile, della forza con cui attrae tre dei principali corpi che servono di alimento alle nostre piante coltivabili, corpi i quali, per la grande facilità con cui si disciolgono nell'acqua pura e nell'acqua acidulata di acido carbonico, non potrebbero reggere nel suolo se la terra vegetale non possedesse la proprietà di ritenerli (1).

(1) Queste esperienze sono così semplici e facili ad eseguirsi che sono adatte agli esperimenti che si fanno nei Collegi. Devesi però tener presente, che filtrando il liquido attraverso a della terra nell'imbuto, facilmente vi si formano dei canali, che impediscono il contatto perfetto del

Dalla *urina putrida*, dalla *brodiglia di letamajo* allungata con molt'acqua, o da una soluzione di guano nell'acqua, la terra vegetale riceve la *intera* quantità contenutavi dell'*ammoniaca*, della *potassa* e dell'*acido fosforico;* e se la quantità di terra, attraverso la quale nell'esperimento si filtrano le dette soluzioni, è bastevole, non se ne trova più traccia alcuna nell'acqua che scorre. (THOMSON, HUSTABLE, WAY) (1).

fluido con la terra; e però è necessario far uso di soluzioni molto diluite, prendendo, per esempio, del silicato di potassa o del cloruro di potassio, una parte per 500 parti di acqua. Le altre soluzioni, come quella di fosfato di calce nell'acqua acidulata di acido carbonico, si possono adoperare anche saturate. Ordinariamente già la prima acqua filtrata delle soluzioni di questi ultimi sali, saggiata con l'acido molibdenico, non dà più indizio di acido fosforico. Mischiando la terra vegetale semplicemente con una soluzione di silicato di potassa, la quale manifesta una ben distinta reazione alcalina sulla carta gialla di curcuma, la soluzione perde all'istante questa sua reazione. Quello poi che riguarda il fatto stesso, il potere assorbente della terra vegetale per l'ammoniaca fu osservato da THOMSON; quello per l'acido fosforico e per taluni sali di potassa da WAY fin dall'anno 1850, ma nè la fisiologia fitonimica nè l'agricoltura scientifica aveva finora preso ragione di queste mirabili scoverte dei chimici inglesi, tanto piene di successo per la fisiologia e l'agronomia.

(1) Non posso qui passare sotto silenzio una esperienza, che anni sono mi fu comunicata dal sig. Dottore MARQUARD in Bonn, esperienza la quale merita abbastanza la nostra attenzione, perchè riguarda il potere assorbente dell'argilla per l'ammoniaca.

Per estrarre l'ossido di rame dallo schisto argilloso, in cui era frammisto sotto forma di malachite e di minerale azzurro, un fabbricante alle sponde del Reno ebbe l'idea di servirsi per tale operazione dell'ammoniaca, la mercè della quale nei saggi fatti in piccolo aveva ottenuti risultamenti soddisfacenti al suo scopo. Con spese considerevoli egli costruì un apparecchio per la estrazione in grande; quest'apparecchio consisteva in due caldaie poste tra loro in comunicazione la mercè di un largo tubo. In una delle caldaie si metteva l'ammoniaca liquida; il tubo si riempiva collo schisto ramifero, e la seconda caldaia serviva da condensatore. Secondo la disposizione l'ammoniaca ed il vapor acqueo dovevano venire spinti attraverso del tubo col minerale di rame, dovevano condensarvisi e sciogliere l'ossido di rame, e la soluzione doveva passare scorrendo nella seconda caldaia. Il tubo si doveva poi caricare di nuovo minerale ramifero, e l'ammoniaca della soluzione saturata si doveva espellere la mercè dell'ebollizione onde servire per la seconda volta alla estrazione di una nuova porzione del minerale; ed essendo l'apparecchio chiuso ermeticamente si sperava che la stessa ammoniaca avesse potuto servire, senza perdita alcuna, all'estrazione di quantità grandissime del minera-

Ma la proprietà della terra vegetale di assorbire dalle loro soluzioni l'ammoniaca, la potassa, l'acido fosforico e la silice, ha i suoi limiti. Ogni specie di suolo possiede a ciò una capacità sua propria. La terra che si trova essere posta in contatto con la sostanza disciolta se ne satura ed un eccesso della sostanza disciolta rimane allora nella soluzione, e si può rinvenirvela adoperando i consueti reagenti chimici. Un suolo sabbioso, a volumi eguali, assorbisce meno che un suolo marnoso, e questo meno che un suolo argilloso. E però le differenze nelle quantità assorbite non sono meno grandi quanto lo sono le differenze che si osservano tra le specie diverse de' suoli stessi. Si sa che niuna di queste ultime è uguale ad un'altra specie, e non sembra cosa inverosimile che talune particolarità nell'agricoltura stiano in un rapporto determinato col potere assorbente ineguale delle differenti specie di suoli per uno degli anzidetti corpi; neà è cosa impossibile che la mercè di una più esatta conoscenza della causa di siffatte particolarità acquisteremo punti di appoggio del tutto nuovi ed inaspettati, onde poter giudicare del valore agronomico o della bontà dei campi.

Degno della nostra attenzione è l'effetto che una terra ricca di materie organiche esercita sopra le soluzioni. Un suolo argilloso o calcareo, povero di sostanze organiche, toglie alla soluzione di silicato di potassa tutta la potassa e tutto l'acido silicico; un altro, ricco di materie organiche, che contiene cioè in gran copia il così detto *humus*, sottrae la potassa, ma *lascia* filtrare l'*acido silicico disciolto nel liquido*. Un tale comportamento ci fa ricordare, anche non volendo, l'effetto che i residui delle piante putrescenti nel suolo esercitano sullo sviluppo di quelle piante che abbisognano di grandi quantità di acido silicico, come le culmifere, le canne e

le. L'una delle due caldaie serviva sempre alternativamente da condensatore. Il primo saggio riuscì in quanto che nella caldaia funzionante da condensatore si raccoglieva effettivamente una soluzione di ossido di rame. Ma passando per la seconda volta attraverso il minerale, l'ammoniaca sparì in un modo che il fabbricante non era nel caso di poterselo spiegare, di maniera che si vedeva costretto a desistere da ogni ulteriore procedimento. Lo sparire dell'ammoniaca in queste operazioni fu cagionato senza dubbio alcuno da ciò, che essa fu assorbita dall'argilla contenuta nello schisto ramifero, e si potrà il fatto considerare come una pruova della potente attrazione tra questi due corpi, la quale neppure ad una elevata temperatura sembra venire distrutta.

le asparelie che predominano nel così detto suolo acido di palude o da prato. La esperienza c'insegna, che se un suolo di tal fatta vien trattato con la calce, tutte queste piante ne spariscono, e danno luogo alle piante più nobili da foraggio.

L'esperimento mostra che la stessa terra vegetale, ricca di sostanze organiche, sia che provenga da un giardino o da un bosco, e che alla soluzione del silicato di potassa non aveva tolto affatto dell'acido silicico, acquista questa proprietà tosto che innanzi di metterla a contatto col silicato vi si frammischia alquanto di calce spenta; i due componenti, acido silicico e potassa, rimangono fissati allora nella terra.

LETTERA XXXIX.

Dal predetto modo con cui la terra vegetale si comporta verso la potassa, l'ammoniaca e l'acido fosforico, s'inferisce con ogni certezza che il maggior numero delle nostre piante coltivabili non possono ricevere in soluzione dal suolo le parti minerali più importanti e necessarie pel loro sviluppo; poichè se la potassa e l'ammoniaca vengono tolte agli acidi con cui si trovano combinate ed all'acqua così compiutamente che, dopo che son passate attraverso degli strati non più alti di quello ch'è formato dalla terra vegetabile dei campi, l'analisi chimica difficilmente rinviene più tracce dei suddetti due corpi, non si potrà certo supporre, che l'acqua piovana, di per sè o per mezzo di pochi centesimi di acido carbonico, abbia il potere di sottrarre alla terra vegetale queste sostanze e formarne una soluzione atta a potersi muovere nel suolo, senza che per ciò venisse a perdere le sostanze disciolte. Lo stesso deve pur dirsi dell'acido fosforico e dei fosfati. L'acqua pienamente satura di acido carbonico, ovunque trova granelli di fosfato di calce disciogilerà questo sale; or questo mezzo di soluzione ad altro non riuscirà se non a fare che il fo-

sfato si diffonda nel suolo; ma però la soluzione non potrà neanche abbandonare il punto ove si sarà formata, senza che il sale disciolto non le venga tolto dalla terra vegetale che non si trova ancora satura del medesimo.

Nel suolo queste sostanze si ritrovano in uno stato che sarebbe da paragonarsi a quello in cui si ritrova la materia colorante ritenuta dal carbone, ovvero a quello in cui sta il iodo nell'amido ioduralo, in uno stato cioè che le rende atte ad essere ricevute dalle radici, ma che non le rende solubili di per loro nell'acqua piovana, nè tampoco fa che questa le possa trascinar via prima che la crosta vegetabile se ne sia saturata.

È ormai più che verosimile, che la più gran parte delle piante coltivabili si ritrovino costrette a ricevere direttamente il loro alimento dalla crosta arabile, la quale sta al contatto delle radici assorbenti, e le piante muoiono se gli alimenti vengono loro somministrati in una soluzione. L'effetto dei concimi *concentrati*, i quali, come dice l'agronomo, *abbruciano* il seminato, sembra che con ciò abbia rapporto.

La composizione delle nostre ordinarie acque fluviali, siccome l'acque delle nostre sorgenti e quelle che scolano dai campi (acquitrino), forse ci fornisce la pruova di quanto abbiamo argomentato.

Dai signori Graham, Miller ed Hofmann si sono pubblicate (*Chem. Soc. An. I.* IV, 375) molte eccellenti analisi di acque fluviali o delle sorgenti, e si ha per risultamento che 100,000 galloni o 500 *tons* di acqua del Tamigi, attinte dal fiume in cinque siti differenti, contenevano:

Libbre	Thames Dillen.	Kew.	Barnes.	Redhouse Battersea.	Lambeth.
di potassa	7,3	4,71	3,55	10	7,3

Le acque sorgive che sieguono, contenevano, in 100,000 galloni = 10,000 quintali:

Libbre di	Whitley.	Cutshmere.	Vellwool.	Hindhead.	Barford.	Cosfordhouse
potassa	2,71	2,5	3	0,7	1,8	6

Nell'acquitrino, cioè nell'acqua piovana che naturalmente erasi filtrata attraverso la terra vegetale, Tomaso Way, in pruove fatte da sette differenti campi, trovò (*Journal of the royal agric.*

Soc. vol. XVII, 133) che un gallone = 70000 grani conteneva nelle pruove che seguono grani

di	1.ª	2.ª	3.ª	4.ª	5.ª	6.ª	7.ª
Potassa. . .	traccia	traccia	0, 02	0, 05	traccia	0, 22	traccia
Soda.	1, 00	2, 17	2, 26	0, 87	1, 42	1, 40	3, 20
Calce	4, 85	7, 19	6, 05	2, 26	2, 52	5, 82	13, 00
Magnesia . .	0, 68	2, 32	2, 48	0, 41	0, 21	0, 93	2, 50
Oss. di ferro / Allumina.	0, 40	0, 05	0, 10	— —	1, 30	0, 35	0, 50
Silice	0, 95	0, 45	0, 55	1, 20	1, 80	0, 65	0, 85
Cloro.	0, 70	1, 10	1, 27	0, 81	1, 26	1, 21	2, 62
Acido solfor .	1, 65	5, 15	4, 40	1, 71	1, 29	3, 12	9, 51
Acido fosfor .	traccia	0, 12	traccia	traccia	0, 08	0, 06	0, 12
Ammoniaca .	0,018	0,018	0,018	0,012	0,018	0,018	0,006

Simili risultamenti ottenne il Dottor Krocker nelle sue analisi di acquitrino di Proskau vedi Liebig *und* Kopp's *Jahresberichte für* 1852, p. 742); egli trovò in 10,000 parti di acquitrino:

	a.	b.	c.	d.	e.	f.
Materie organiche	0,25	0,24	0,16	0,06	0,63	0,56
Carbonato di potassa	0,84	0,84	1,27	0,79	0,71	0,84
Solfato di calce.	2,08	2,10	1,14	0,17	0,77	0,72
Nitrato di calce.	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
Carbonato di magnesia . . .	0,70	0,69	0,47	0,27	0,27	0,16
Carbonato di ferro	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,01
Potassa.	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,06
Soda	0,11	0,15	0,13	0,10	0,05	0,04
Cloruro di sodio.	0,08	0,08	0,07	0,03	0,01	0,01
Silice.	0.07	0,07	0,06	0,05	0,06	0,05
Totale delle parti solide. . .	4,21	4,25	3,37	1,53	2,58	2,47

L'acquitrino *a* fu raccolto dal suolo e sottosuolo A, il dì 1 di aprile 1853: *b* idem, raccolto il dì 1 maggio 1853 dopo una pioggia di 218 pollici cubi per ogni piede quadrato: *c* acquitrino del suolo precedente, ma però mischiato con l'acquitrino di un suolo argilloso con l'*humus*, e con un sottosuolo argilloso ricco di calce, fu esaminato in ottobre 1853: *d* acquitrino del suolo B raccolto in ottobre 1853: *e* acqua scolata dai solchi di un suolo argilloso pesante, in sul principio di giugno; *f* alla metà di agosto dopo forti pioggie.

Questi acquitrini contengono tutte le materie che l'acqua piovana ha il potere di sciogliere dalla crosta arabile, e la com-

posizione di essi ci dà una idea della quantità di siffatte materie che una pianta può ricevere durante il suo periodo di vegetazione da soluzioni di tal fatta.

Supponiamo, che sopra un'ettara di campo cadessero in un anno 12 milioni di libbre di acqua piovana; che la terza parte di quest'acqua si saturasse nel suolo di tutte le sostanze in questo ultimo contenute in egual grado che i sopraccitati acquitrini, e che questi 4 milioni di libbre, nei mesi di giugno, luglio, agosto e settembre venissero compiutamente ricevute dalle radici delle patate piantatevi e dipoi evaporate per le foglie, tutte le patate piantate sopra la superficie di un'ettara non riceverebbero, su quattro di quei campi, nemmeno una libbra di potassa; su due altri campi della stessa dimensione di un'ettara ognuno riceverebbe qualche cosa di più di una libbra; e sul settimo campo due libbre di potassa da una soluzione che, come si è detto, avesse una composizione affatto identica a quella degli acquitrini da Way analizzati.

Ma un'ettara di terra somministra una media raccolta di patate contenenti 408 libbre di ceneri, delle quali 200 libbre sono di potassa.

Or fingiamo coltivati a barbabietole quei campi, di cui il Dottor Krocker ha analizzato gli acquitrini; ammettiamo ancora qui, che 4 milioni di libbre di acqua piovana satura delle particelle minerali del suolo sieno passate nelle piante, durante il loro periodo di vegetazione; troveremo che quei 4 milioni di acqua non avrebbero potuto somministrare alle piante di barbabietole più di 8 libbre per ettara ai campi *a*, *b*, *c*, *d*; libbre 16 pel campo *e*, libbre 24 per quello *f*.

La rendita media in barbabietole di un'ettara di terra, compresevi le foglie, è di 1000 quintali, i quali contengono 1144 libbre di ceneri con 495 libbre di potassa!

Assai insignificante riesce la quantità di ammoniaca contenuta negli acquitrini analizzati da Way, e non è gran fatto probabile che 1 libbra di ammoniaca disciolta in 3 milioni e mezzo di libbre di acqua possa esercitare un'influenza sensibile sulla vegetazione.

Nell'acqua attinta da quattro differenti punti del Tamigi, la quantità di ammoniaca contenuta in un gallone (70,000 grani) non era determinabile; e nell'acqua dello stesso fiume tolta presso Redhouse Battersea se ne trovano 3 parti in 7 milioni di parti d'acqua (vedi Liebig *und* Kopp's *Jahresberichte für* 1851 p. 658).

Adoperata per adacquare, scorrendo, i prati, l'acqua del Tamigi produrrebbe senz'alcun dubbio un considerabile aumento di fieno, ma certamente non perchè vi apportasse dell'ammoniaca di cui l'acqua del Tamigi difetta non meno che tutte le acque dei fiumi e delle correnti in generale.

Il contenuto di acido fosforico negli acquitrini, nelle acque dei fiumi e delle sorgenti, è a dirittura =0 — Krocker non rinvenne affatto acido fosforico negli acquitrini. In tre acquitrini Way ne trovò solamente delle tracce; e di quattro altri, due ne contenevano 12, uno 8 ed un altro 6 parti sopra 7 milioni di parti di acqua.

Dal modo come la crosta arabile si comporta, s'inferisce che la pianta debba necessariamente prendere una parte attiva nel ricevimento della sua nutrizione; come essere organico la sua esistenza non può essere del tutto dipendente da cause esterne.

Se le piante terrestri ricevessero i loro alimenti da una soluzione, esse potrebbero ricevere da questa, in un tempo determinato, solamente una quantità delle dette materie, la quale corrisponde a quella che trovasi di esser contenuta nell'acqua che si evapora per le foglie; il che val quanto dire, non più di quello che se ne ritrova nella soluzione e che da questa ad essa vien trasferito. Non vi può esser dubbio, l'acqua che inumidisce il suolo, come anche la evaporazione per le foglie cooperano nel processo dell'assimilazione come intermezzi di cui non si può far senza; ma havvi nel suolo una forza la quale impedisce che alla pianta venissero arrecate sostanze nocive. La pianta presceglie ciò che le abbisogna, e quello che le offre il suolo può passare nel di lei organismo solamente quando una causa insita ed attiva nelle radici vi coopera.

È cosa verosimile che il maggior numero delle piante coltivabili si trovino destinate a ricevere i loro alimenti minerali direttamente dalla crosta arabile, e che la loro esistenza corra pericolo, e che esse intristiscano e muoiano, qualora le sostanze anzidette vengano loro somministrate in soluzioni.

Spesso sui prati si rinvengono delle pietre calcari liscie, trasportatevi dalle alluvioni e che sono coverte di finissimi solchi a guisa di rete. Se una pietra di tal fatta si stacca dalla terra, vi si vede ogni linea approfondita o solco corrispondere ad una fibra radicale, non altrimenti che se questa vi si fosse addentrata corrodendola.

Molto difficile è il rendersi ragione del modo con cui le piante cooperano onde effettuare la soluzione delle parti minerali; e che s' intende di per sè l'acqua sia indispensabile per questo passaggio di stato.

La difficoltà che s' incontra nel voler dare la vera spiegazione non ci deve ciò non pertanto trattenere dal cominciare a fermarci sui fatti che si riscontrano in tutte le direzioni, nè dall' indagare tutta l'ampiezza della loro influenza. Eccezioni si sà non ne potranno mancare.

Per molte piante acquatiche le cui radici non toccano il suolo, come ben si comprende, dovranno necessariamente esistere altre leggi circa il ricevimento de' loro alimenti minerali; queste piante, e non altre che quelle marine, li debbono ricevere dal mezzo in cui vegetano, poichè da pertutto ove una pianta cresce, essa vi deve trovare di già esistenti le condizioni del suo svolgimento.

Le ricerche fatte sopra la *lemna trisulca* fornirono su questo riguardo alcune osservazioni molto importanti. Questa pianta cresce nelle acque in riposo, negli stagni e nelle paludi e galleggia sulla superficie dell'acqua, di talchè le sue radici non si ritrovano affatto in contatto col suolo.

Da una palude artificiale dell' orto botanico di Monaco fu raccolta una porzione di queste piante che furono disseccate, e poi abbruciate, e si determinò la quantità delle loro ceneri. Nello stesso tempo furono filtrati e disseccati, la mercè dell'evaporazione, 10 a 15 litri dell' acqua paludosa che presentava un colore alquanto verdastro; le ceneri ed il residuo salino dell' acqua furono anch' esse analizzate.

Onde facilitarne il confronto, metto qui le due analisi, l' una accanto all'altra.

	Ceneri della lemna trisulca. 100 parti della pianta dissecc. davano parti 16,6 di ceneri. In 100 parti di ceneri debolm. arroventate sono contenuti	Residuo salino dell' acqua. 1 litro contiene 0,415 grammi del residuo salino. In 100 parti dei sali debol. arroventati sono contenuti
Calce	16, 82	35, 00
Magnesia , ...	5, 08	21,264
Sal marino	5,897	10, 10
Cloruro di potassio	1, 45	——

Potassa	13, 16	3, 97
Soda	——	0,471
Ossi. di fer. con tracce di allum.	7, 36	0,421
Acido fosforico	8,730	2,619
Acido solforico	6, 09	2,271
Silice	12, 35	3, 24

La quantità delle parti costituenti minerali di queste piante acquatiche, come pure quella che si trova contenuta nell'acqua paludosa, desterà le maraviglie in molti dei nostri lettori, non meno di quello che le destò nel primo osservatore del fatto; poichè certamente non si poteva prevedere che una pianta di tal genere superasse di molto la maggior parte delle piante terrestri per la sua ricchezza di parti costituenti minerali. La pianta ricevette di queste ultime indubitatamente da una soluzione; ma ciò che maggiormente merita la nostra attenzione si è, che vi ebbe luogo una scelta.

Paragonando la composizione dell'acqua con le parti costituenti delle ceneri della pianta, si vede che tutte le sostanze minerali dell'acqua, eccettuatane la soda, si ritrovano nella pianta, ma però in una proporzione molto differente. L'acqua contiene 47 per 100 di calce e magnesia; la pianta non ne contiene che 21 per 100: l'acqua contiene 0,72 per 100 di ossido di ferro, e la pianta ne contiene il decuplo: le differenze tra l'acido fosforico, la potassa, ec., non sono meno grandi. La pianta dunque si ha assimilate le parti costituenti minerali in quelle proporzioni in cui ne abbisognava pel suo processo vitale, e non già in quelle in cui le venivano offerte dal liquido.

Assai notevole è la gran copia in cui le sostanze minerali sono contenute nell'acqua paludosa, poichè la quantità di esse vi è dieci volte maggiore che nell'acquitrino, e 25 a 30 che nell'acqua sorgiva. L'acqua paludosa, pel suo contenuto qualitativo, rappresenta un'acqua minerale tale che al di fuori delle paludi non si ritroverà altr'acqua di una simile composizione.

Che l'acqua paludosa contenga potassa, acido fosforico, acido solforico, silice e ferro, si spiega senza difficoltà. In una palude si accumulano in atto del loro deperimento a poco a poco grandi quantità di residui di generazioni vegetali le cui radici avevano ricevute dal suolo grandi quantità di parti costituenti minerali. Questi residui delle piante passano allo stato di cremacausia

in fondo della palude, essi cioè vi si abbruciano lentamente, e i loro elementi minerali, ovvero le parti componenti delle loro ceneri sotto l'azione dell'acido carbonico e forse anche sotto quella di acidi organici, si disciolgono nell'acqua e vi rimangono in questo stato allorchè il fango e la terra circostanti che si ritrovano al contatto di questa soluzione se ne sono già saturati.

Ed in fatti, si è trovato che quest'acqua potassifera delle paludi, filtrata attraverso di una terra che si era tolta a circa un piede di distanza all'orlo di un bacino della medesima, non aveva perduta la sua potassa, mentre la stessa acqua la cede rapidamente a qualunque altra terra, che con essa venisse ad esser posta in contatto.

In molti luoghi, il fango degli stagni, delle acque in riposo e di molte paludi, è altamente apprezzato come mezzo eccellente onde migliorare i campi e aumentarne la fertilità. È chiaro che un fango di tal fatta agisce come una crosta arabile, la quale in contatto con delle sostanze alimentari delle piante, o con del concime, ne abbia ricevuto tanto, quanto ne può ricevere in generale, e l'effetto che se ne ottiene si trova spiegato dalla composizione dell'acqua paludosa.

In fine, accumulandosi e disfacendosi nelle terre di giardino o di campo, residui di piante, si comprenderà facilmente come l'acqua che penetra per questo suolo vi discioglie molte sostanze, le quali non si rinvengono nelle acque minerali.

Alle anzidescritte proprietà chimiche della terra vegetale va accompagnata una proprietà fisica, che non meno di quelle è degna della nostra attenzione per esser piena d'influenza. Questo è il potere della terra vegetabile, di sottrarre e di condensare nei suoi pori il vapore acqueo dell'aria umida. Già da molto tempo la terra vegetale fu collocata fra le sostanze che fortemente attirano a sè il vapore acqueo; ma non prima che DE BABO ce l'avesse fatto conoscere noi sapevamo che per questa proprietà la terra vegetale debbasi collocare in un medesimo rango coll'acido solforico concentrato, che tra tutte le sostanze finora conosciute possiede questa proprietà nel grado più eminente. Introducendo qualche oncia di terra vegetale disseccata ad una temperatura non più alta di 35 a 40°C. in una boccia con aria, la quale a 20°C. sia stata compiutamente saturata di vapore acqueo, che al minimo raffreddamento al di sotto di questo grado di temperatura si precipiterebbe come rugiada, si troverà dopo pochi minuti

essere stata l'aria compiutamente spogliata della sua umidità la quale fu attirata a sè dalla terra, e in tal modo che abbassandone la temperatura a 8° oppure a 10°C. non si precipita più acqua, non più si forma cioè alcun appannamento rugiadoso nella boccia, e la tensione del vapore acqueo si trova esser discesa da 17 a meno di 2 millimetri.

In un'aria che si mantiene saturata di vapore acqueo, la terra vegetabile perde la sua forza assorbente per quello a misura che essa stessa se ne va saturando. La terra vegetabile interamente satura di vapore acqueo non è più capace di riceverne dall'aria. Da ogni aria che alla temperatura di 20°C. contenesse del gas acqueo di una tensione maggiore che 2 millimetri, la crosta arabile secca attirerà dell' acqua fin tanto che non si sia ristabilito uno stato di equilibrio tra la tensione del vapore acqueo nell'aria, ovvero tra la forza che tende a mantenere lo stato gassoso e la forza attraente della terra che tende a distruggerlo.

La terra, che, ricevendo umidità dall'aria, se ne sia saturata ad una data temperatura, cede di bel nuovo ad un'aria più asciutta una certa dose di questa umidità, e lo stesso avviene quando la temperatura dell'aria si aumenta; ma, al contrario, da un'aria che fosse più umida la terra sottrae l'acqua sino a che l'equilibrio non siasi ristabilito.

I processi dell'assorbimento e della evaporazione sono accompagnati da un fenomeno importante: la terra assorbendo vapore acqueo si riscalda, come emettendone si raffredda. Se in un recipiente di vetro ripieno di aria umida si sospende un sacchetto di lino contenente terra vegetale secca in mezzo a cui si ritrova collocato un termometro, si vedrà salire il mercurio dopo pochi momenti. Nelle esperienze istituite da DE BABO, la temperatura di una terra ricca di sostanze organiche saliva da 20°C. a 31°C., ed in un suolo sabbioso a 27°C. Nello stesso modo, in un'aria satura di vapore acqueo, si comportava una terra vegetale che di già a 20°C. parzialmente si era saturata di umidità in un'altra aria in cui il punto di rugiada stava a 12°C.; la temperatura si aumentò di 2 o di 3 gradi. I fenomeni anzidetti debbono necessariamente esercitare sulla vegetazione una influenza ben determinata, e comechè i sopraccitati estremi gradi di riscaldamento non si verificassero se non raramente, sono non pertanto più frequenti i casi intermedi.

Se nell'està la superficie del suolo si dissecca, senza che la

mercè dell'attrazione capillare dagli strati inferiori del terreno le venisse compensata l'umidità evaporata, allora la potente attrazione del suolo per l'acqua gassiforme dell'aria somministra i mezzi pel conservarsi della vegetazione.

Il vapore acqueo che si condensa vien somministrato da due sorgenti. La temperatura dell'aria si abbassa durante la notte; la tensione del vapore acqueo contenuto nell'aria diviene minore, ed anche senza che la temperatura di quest'ultima discendesse al punto della rugiada, vi ha luogo, per l'attrazione della crosta arabile, una fissazione di acqua (ammoniaca ed acido carbonico) accompagnata da uno sviluppamento di calore il quale impedisce al suolo che di troppo si raffreddasse per la irradiazione. Nelle regioni dei tropici, ove non piove giammai, questo fenomeno dovrà esercitare una potentissima influenza. Abbenchè nei nostri climi temperati il suo effetto non sia così forte come in quelle contrade, non potrà ciò non ostante essere considerato come insensibile. Siccome nei nostri climi la condensazione si effettua a poco a poco, l'aumento della temperatura del suolo in molti casi non avrà un valore che sia maggiore delle frazioni di un grado; ma queste frazioni appunto fanno sì che molte piante prosperino meglio; il suolo diventa e si mantiene più caldo di quello che accadrebbe se fosse privo di questa proprietà. Una seconda sorgente, dalla quale in virtù del suo potere assorbente la crosta arabile disseccata attinge umidità, la forniscono gli strati umidi della terra sottoposta. Da questi dovrà necessariamente aver luogo una continuata distillazione di vapore acqueo che prende la direzione verso la superficie, ove il suo assorbimento degli strati superiori è accompagnato da un corrispondente sviluppo di calore. Quando ad arte, per mezzo di un sistema di serbatoi sotterranei, gli acquitrini vengono raccolti ad una data profondità dalla superficie del suolo, l'acqua che risale in virtù dell'attrazione capillare, arriva sotto forma di gas dagli strati inferiori alla crosta arabile disseccata, la quale riceve così una quantità di umido che serve a soddisfare al bisogno che ne hanno le piante e nel tempo stesso a riscaldare la crosta medesima.

In questi fatti noi riconosciamo una delle più mirabili leggi della natura. *Sulla crosta esteriore della terra deve svolgersi la vita organica; e però la più sapiente disposizione ha conferito ai suoi frantumi la proprietà di accumulare e ritener tutte le sostanze alimentari che sono condizioni indispensabili per la detta vita.* In tutte le corre-

lazioni in apparenza le più sfavorevoli, questo potere conserva al suolo che è fertile le condizioni della sua fertilità che in esso son contenute, ovvero gli mantiene quelle che a farlo tale gli furono arrecate.

LETTERA XL.

Non sono che pochi anni, e la scienza agraria insegnava, o tutti gli uomini pratici n'erano persuasi, che la fertilità e la capacità produttiva di un terreno sieno determinate e dipendano dalla quantità dell'*humus* in esso contenuta, ovvero degli avanzi ricchi di carbonio provenienti dalle vegetazioni precedenti; ma ora nessuno tra quelli, che fosse dotato di qualche intelligenza, crede più (senza però rivocare in dubbio per singoli casi l'efficacia delle materie organiche apportatevi nel concime di stalla) che la rendita di un campo ricco di sostanze carbonifere stia in un rapporto qualsisia con la quantità dell'*humus* contenuta nel terreno, nè che la fertilità di un campo possa con verità misurarsi dal suo contenuto di *humus*.

Noi ci ritroviamo adesso di aver acquistata una cognizione più ampia e più esatta della parte che l'*humus* prende nella vegetazione, e possiamo indicare a priori i casi in cui la sua presenza sia utile o nociva. Noi sappiamo come esso sia utile nei soli casi in cui il suolo contiene in quantità bastevoli le parti costituenti fisse che servono alle piante, e come riesca di niuno effetto allorchè queste parti non si ritrovano nel suolo. Come conseguenza del processo di eremacausia che l'*humus* soffre nel suolo, si genera una sorgente di acido carbonico mercè cui le sostanze alimentari fisse diventano solubili ed atte a diffondersi per tutti i lati.

Le esperienze istituite da Lawes sopra l'effetto dei sali ammoniacali son degne della nostra attenzione. Da uno stesso campo trattato con parti costituenti fisse del suolo unite a sali ammoniacali, egli raccolse per un corso di 12 anni per ogni *acre* una

massa vegetale, di grani, di frumento e di paglia, che pesava 51995 libbre. Sopra un altro campo concimato nella stessa guisa la raccolta ascendeva a 53182 libbre. La mercè della semplice applicazione di concimi minerali, egli ottenne, sopra uno dei due campi in una massa vegetabile di 18525 libbre e di 19713 sopra l'altro, una raccolta maggiore in confronto a quella che gli rendette un pezzo di terrreno non concimato che aveva la stessa estensione. Certo è, che sopra tutti e due quei campi si sarebbe fatta la medesima raccolta e forse anche una più grande se vi si fosse adoperato il concime di stalla; ma non può essere dubbio, che i sali ammoniacali abbiano surrogato e compensato, nei due casi, l'effetto che le sostanze organiche di questo concime producono nell'atto dell'eremacausia, e noi siamo disposti a credere che l'aumento dei prodotti sia dovuto alla stessa causa.

Moltissimi fatti provano che l'effetto del sali ammoniacali non si può mettere in rapporto alcuno con la quantità di azoto contenutovi, e che un simile rapporto non esiste; e però chiaro se ne inferisce che i sali come sali, o che gli acidi dei sali debbono necessariamente aver la loro parte attiva nell'effetto.

Questa parte attiva non si è finora determinata con molta esattezza; ecco perchè le opinioni sull'effetto tutto proprio dei sali ammoniacali sono ancora così discrepanti.

Mentre gli uni ritengono che questo effetto non si può riferire ad altre parti costituenti se non all'azoto, imperocchè gli acidi possono variare senza che perciò l'effetto dei sali venisse sensibilmente alterato — gli altri sostengono, che la quantità di ammoniaca contenuta nel suolo sia di per sè così grande che l'aumento delle ricolte non si possa attribuire alla piccola quantità di azoto che nei sali ammoniacali viene al campo arrecata. Un *acre* di terreno, contenente 10,000 libbre di ammoniaca o di azoto fino alla profondità di 10 pollici, non potrebbe in conseguenza per la semplice somministrazione di 30 o di 40 libbre di ammoniaca essere divenuto fertile del doppio. Siccome non può esservi quistione che l'azoto venga meno in un simile terreno, la causa di un tale effetto devesi rinvenire in qualche altra cosa.

In tutto simile all'effetto dei sali ammoniacali è quello prodotto dai nitrati. Il nitrato di soda manifesta in singoli casi un potente effetto sulla produzione del grano e della paglia, mentre in altri rimane senza effetto; e le esperienze di KUHLMANN provano che anche le basi di questi sali vi hanno la loro parte attiva.

Sopra due prati concimati, l'uno con nitrato *di soda* e l'altro con nitrato *di calce*, 250 chilogrammi del primo sale produssero un aumento di 2053 chilogr. per ogni ettara: una quantità eguale di nitrato di calce che conteneva 1 1/4 per 100 più di ammoniaca non ebbe per effetto che un aumento di 693 chilogr., e quindi l'effetto del sale a base di calce era di 2/3 inferiore a quello ottenuto dal sale a base di soda. Qualora si volesse ascrivere l'accrescimento della rendita all'acido nitrico, non si saprebbe comprendere affatto l'effetto dei due sali.

Non meno enimmatico sembra pure in molti casi l'effetto prodotto dal sal marino. Negli esperimenti fatti nell'anno 1846 da Kuhlmann, 200 chilogr. di solfato ammoniacale aumentarono di 2533 chilogr. la produzione del fieno. Una stessa quantità di solfato ammoniacale, a cui si erano aggiunti 133 chilogr. di sal marino, accrebbe la raccolta di 3173 chilogr. di fieno, e quindi egli ne raccolse 640 chilogr. più di quello che il solo solfato ammoniacale gli avrebbe fatto raccogliere.

Si potrebbe quì supporre che la causa del prodotto maggiore sia stata la compensata mancanza nel suolo di una combinazione del cloro che le piante delle praterie contengono in quantità così considerevoli. Ma due altri esperimenti fatti da Kuhlmann negli anni 1845 e 1846, di cui uno solo col sale ammoniaco e l'altro col sale ammoniaco unito al sal marino, offrirono la stessa differenza. Il pezzo di prato concimato con 200 chilogr. di sale ammoniaco produsse nelle due annate 3700 chilogr. di fieno per ettara più che un altro campo non concimato che aveva la stessa dimensione. Sull'altro pezzo concimato con 200 chilogr. di sale ammoniaco a cui si erano uniti 200 chilogr. di sal marino furono raccolti 5687 chilogr., di fieno, ciò che pel sale marino costituisce un aumento di 1987 chilogr., quantità che ascende alla metà di più di quella prodotta dal solo sale ammoniaco. 200 chilogr. di sal marino senza sale ammoniaco diedero un prodotto maggiore di 1606 chilogr. di fieno; la differenza tra i due valori numerici (1987 chilogr. e 1606 chilogr.) non è grande abbastanza da dover determinarci di escludere la opinione che i due sali, il sale ammoniaco e il sal marino, abbiano agito ognuno per sè, nella guisa appunto come se l'altro non fosse stato presente, o, ciò che è lo stesso, che ad ognuno dei due sali si debba attribuire un effetto particolare.

Nell'estate del 1857, da parte del comitato generale della

Società agronomica di Baviera, fu istituita, nel distretto di Bogenhausen, vicino a Monaco, una serie di esperimenti di concimazione con sali ammoniacali e contemporaneamente anche col sal marino, prescegliendo l'orzo estivo per pianta su cui studiarne l'effetto.

In queste esperienze, di 18 pezzi, ognuno di 1914 piedi quadrati di superficie di un campo del tutto spossato e prima concimato con letame ordinario di stalla che aveva portato segale, indi due volte avena, furono prescelti 4 pezzi e questi concimati con sali ammoniacali; un altro pezzo non ricevette concime alcuno; a quattro altri pezzi fu somministrata la stessa quantità di sali ammoniacali e nel tempo stesso ognuno di questi ultimi ricevette 3080 grammi (5 1/2 a 6 libbre) di sale marino. Tutti i pezzi avevano ricevuto nei sali ammoniacali una *quantità eguale di azoto.*

Come punto di partenza per regolare la quantità del concime da somministrarsi si ritenne, che 336 libbre (di 500 grammi l'una) di guano per moggio (400 libbre per un *acre* inglese) corrispondessero ad una piena concimazione di letame di stalla, e secondo questo calcolo 20 libbre di guano corrispondevano alla quantità di concime da darsi alla suddetta superficie. A tale uopo fu prescelta una buona sorta di guano, la quale sottoposta all'analisi chimica conteneva 14,53 di acqua, 52,10 di sostanze organiche, contenenti 15,39 di ammoniaca, e 33,38 di ceneri. Venti libbre di questo guano contenevano perciò 3,07 libbre di ammoniaca. I sali ammoniacali impiegati, fattane la debita analisi, contenevano:

il carbonato	29 , 84	per 100 di ammoniaca
il fosfato	21 , 96	id.
il nitrato	19 , 11	id.

e corrispondentemente a queste quantità di ammoniaca, degli 8 sopra menzionati pezzi, due (N. I e V) furono concimati con 10 lib. e 1/2 (bavaresi = 560 grammi) di carbonato ammoniacale, due (N. II e VI) con 7 libbre e 1/2 di nitrato ammoniacale, due (N. III e VII) con 12 libbre di fosfato ammoniacale, due (N. IV e VIII ebbero ognuno 12 libbre di solfato ammoniacale cristallizzato; ad un altro pezzo furono somministrate 20 libbre del guano analizzato; i pezzi N. V, VI, VII e VIII ricevettero nel tempo stesso, ognuno, 3080 grammi di sal marino. Siccome queste esperienze sono importanti, non solamente per l'effetto che si deve attribuire al sale marino, le espongo qui intieramente.

Quantità di grano e paglia di orzo *raccolta* dai quattro pezzi concimati solo *coi sali ammoniacali:*

Sul pezzo non concimato		6825 grammi di grano e			18375 di paglia	
»	N. I.	6335	»	»	16205	»
»	N. II.	8470	»	»	16730	»
»	N. III.	7280	»	»	17920	»
»	N. IV.	6912	»	»	18287	»

Quantità di grano e paglia di orzo *raccolta* dai quattro pezzi concimati coi *sali ammoniacali* uniti al *sal marino:*

Pezzo	N. V.	14550	grammi di grano	27020	grammi di paglia	
»	N. VI.	16510	»	» 36645	»	»
»	N. VII.	9887	»	» 25832	»	»
»	N. VIII.	11130	»	» 27969	»	»

Differenza in più dei pezzi N. V, VI, VII, VIII, concimati con sal marino sopra i pezzi N. I. II. III. IV. concimati solo coi sali ammoniacali:

Pezzo	N. V.	8255	grammi di grano	10815	grammi di paglia	
»	N. VI.	7770	»	» 19915	»	»
»	N. VII.	2607	»	» 6912	»	»
»	N. VIII.	4218	»	» 9782	»	»

Procedendo a fare dei saggi coi diversi mezzi di concimazione, le mire dell'arte agraria pratica sono ordinariamente dirette a un solo scopo, a quello cioè che aumenta le rendite; ottenuto che l'abbia, gli esperimenti vengono chiamati ben riusciti. In questo senso gli esperimenti sopraccitati, fatti con o senza sal marino, sono tutti esperimenti falliti, imperocchè le raccolte ottenutene ascendono appena ad una raccolta media per moggio. Ma essi non si sono istituiti nell'intenzione di produrre una raccolta superiore ad una raccolta media, ma bensì nell'intendimento di studiare l'effetto dei sali ammoniacali e quello altresì di questi sali in unione del sal marino; e però sotto questa veduta essi si accordano abbastanza onde mettere da banda ogni dubbio che potrebbe insorgere contro il valore fisiologico del sal marino in quanto ai campi di Bogenhausen; in tutti i casi la rendita fu aumentata per l'aggiunta del sal marino; il carbonato ammoniacale col sal marino diede una raccolta doppia di grano; il nitrato ammoniacale unito al sal marino aumentò di 90 per 100 la produzione del grano, e quella della paglia di 120 per 100.

Siccome il miscuglio di nitrato ammoniacale col sal marino racchiude in sè gli elementi del nitrato di soda, un saggio corrispondente fatto con quest' ultimo sale sopra un pezzo dello stesso campo e della medesima estensione sembrava dovesse riuscire di un particolare interesse. Il pezzo concimato solo col nitrato di soda (16 libbre) somministrò 12320 grammi di grano e 32480 grammi di paglia. Un altro pezzo concimato con la stessa quantità di nitrato di soda (del Chilì), alla quale si unirono 5 libbre e 1/2 di sal marino, produsse 17920 grammi di grano e 35780 grammi di paglia. Il sal marino vi aveva dunque pure aumentato l'effetto del nitro del Chilì, ed un miscuglio dei due sali diede anche una raccolta maggiore di grano che un miscuglio di sal marino col nitrato ammoniacale, in cui era contenuta la stessa quantità di azoto. Il pezzo del campo concimato con 20 libbre di guano produsse 17200 grammi di grano e 33320 grammi di paglia.

Egli è certissimo che l'effetto avuto dal guano, il prodotto del quale dopo quello del nitro del Chilì fu il maggiore, è dovuto in parte all'ammoniaca che vi è contenuta; pure, ad onta di questo suo effetto, le esperienze fatte con carbonato e con nitrato di ammoniaca dimostrano che, in circostanze pari, una quantità di ammoniaca o di azoto uguale a quella contenuta in 20 libbre di guano rimase, si può dire, senza alcun effetto.

Non voglio ulteriormente proseguire le conchiusioni che si rannodano a queste esperienze fatte coi sali ammoniacali, per non menomare nel suo valore il fatto più importante che ne consiegue; che il sal marino, cioè, produca effettivamente un benigno effetto sullo sviluppo dei culmiferi, sull'incremento della loro massa e sostanza vegetale.

Questo fatto non è nuovo per l'agronomo, ma in moltissimi casi, in cui il sal marino si è esperimentato come utile, il suo effetto non è nè chiaro, nè determinato abbastanza; e vi è una regola nelle investigazioni della natura, che un fatto cioè si debba in primo luogo stabilire in guisa da non lasciare più dubbio e solo dopo ciò procedere a darne la spiegazione.

Evidentemente l'effetto del sal marino somiglia moltissimo a quello prodotto dai sali ammoniacali e dal nitrato di soda; ma se si volessero spiegare gli effetti dei sali ammoniacali e quelli del nitrato di soda dal loro contenuto di azoto, per la ragione che l'ammoniaca e l'azoto fanno parte senza alcun dubbio degli alimenti delle piante, non si potrà certo ammettere questa spiega-

zione pel sal marino, imperocchè nè il cloro nè il sal marino concorrono a costituire l'organismo di una pianta; e perciò non si può sostenere che una di queste parti costituenti sia indispensabile, comechè s'incontrassero spesse volte come parti costituenti nelle ceneri.

Le osservazioni fatte in questi ultimi tempi sul comportamento della crosta arabile verso gli alimenti delle piante dimostrano quanto sieno scarse ed inesatte le nostre cognizioni sul modo di nutrizione e sulla parte che il suolo vi assume in virtù della sua natura fisica; forse il modo con cui i sali ammoniacali, il cloruro di sodio ed il nitrato di soda si comportano verso i fosfati terrosi contenuti nella crosta arabile, ci somministrerà in prosieguo qualche punto di appoggio onde spandere la luce sul loro effetto o sopra uno de' loro effetti nella vegetazione delle piante.

Il solfato ammoniacale, come molti altri sali solubili di ammoniaca, posseggono la facoltà di rendere i fosfati terrosi solubili nell'acqua, in quel modo stesso come ciò si verifica per l'acqua che contiene una certa quantità di acido carbonico.

Noi non conosciamo altra via, mercè cui i fosfati terrosi si possono diffondere nella crosta arabile, se non quella dell'intermezzo dell'acqua acidulata di acido carbonico; e se vero è che uno degli effetti più efficaci dell'*humus*, ovvero delle sostanze vegetali contenute allo stato di eremacausia o nel suolo o nel letame, riposa su ciò, che esse equivalgono ad altrettante sorgenti di acido carbonico, le quali arricchiscono di questo corpo l'aria contenuta nella crosta arabile, come pure l'acqua piovana che la inumidisce — se vero è che quest'acqua acidulata di acido carbonico rende solubili i fosfati terrosi, e che diffondendosi nella terra una soluzione di tal fatta si vengono a diffondere nel suolo anche questi sali terrosi, non si potrà rivocare in dubbio, possedendo i sali ammoniacali la medesima proprietà, che questi abbiano il potere di surrogare riguardo a questo effetto le sostanze organiche, e che perciò si debba loro attribuire una influenza non meno favorevole sopra lo sviluppamento delle piante.

Ma tra i sali a base di soda, il nitro del Chilì ed il sal marino posseggono anche essi questa proprietà. Negli ultimi tempi si è dimostrato che il nitrato di soda ed il sal marino anche in soluzioni allungatissime posseggono in grado notevole la facoltà di disciogliere i fosfati terrosi; e perciò si dovrà attribuire a questi sali, nel processo della nutrizione delle piante, una parte simile

a quella che noi ascriviamo all'acqua acidulata di acido carbonico, all'*humus*, ed ai sali ammoniacali.

Dagli esperimenti istituiti a bella posta si è trovato che 100 chilogr. di solfato ammoniacale, disciolti in 45000 litri di acqua posti in contatto con del fosfato di calce bibasico (come è contenuto nelle ossa disgregate con l'acido solforico), sono valevoli a disciogliere 3600 grammi di questo fosfato di calce; ovvero 100 libbre di solfato ammoniacale disciolte in 4500 *galloni* di acqua disciolgono circa 4 libbre di fosfato di calce. Così ancora 100 libbre di sal marino disciolte in 50000 litri di acqua disciolgono 3300 grammi di fosfato bibasico di calce, e 100 chilogr. di nitrato di soda disciolti in 334000 litri di acqua ne disciolgono 2630 grammi.

Molto meno solubile in questi liquidi è il fosfato di calce tribasico.

100 chilogrammi	di solfato ammoniacale;	di sal marino;	di nitrato di soda;
disciolti in litri di acqua	54000	50000	33300
disciolgono grammi. . . .	3400	1500	1200

di fosfato di calce tribasico.

Nei semi dei cereali, e propriamente in quelli del frumento, sono contenuti il fosfato di calce ed il fosfato di magnesia; quest'ultimo però in quantità preponderanti. In molte specie di frumento la quantità del fosfato di magnesia supera quella del fosfato di calce quattro e delle volte sino a dieci volte; in una proporzione simile nei semi della segale, dell'avena e dell'orzo, la quantità dei sali a base di magnesia supera quella dei fosfati di calce. Proporzioni di un carattere così costante non si possono lasciare inosservate nella coltura di queste piante, e però il comportamento dei sali sopracennati verso il fosfato di magnesia e verso il fosfato di magnesia ed ammoniaca sembra offrire un interesse particolare

100 chilogrammi	di nitrato di soda	di sal marino
sciolti in chilog. di acqua. . . .	33300	50000
disciolgono grammi	2160	3790

di fosfato di magnesia.

La solubilità del fosfato di magnesia ed ammoniaca nelle citate soluzioni saline è particolarmente grande.

	100 chilogrammi di solfato ammon.,	di sal marino,	di nitrato di calce,
sciolti in litri di acqua	33300	50000	33300
disciolgono grammi . .	4113	6170	4655

di fosfato di magnesia e di ammoniaca.

La quantità di fosfati terrosi disciolta nelle anzidette soluzioni saline non si aumenta in proporzione con le maggiori quantità di sale contenute nel liquido; anzi, al contrario, sembra che in proporzioni se ne disciolga più allorchè il liquido è più allungato. Così si è trovato che alla temperatura di 14° C. 1000 chil. di fluido

contenente grammi di NH_4O, SO_3	disciolgono milligr. di PO_5, $2MgO$, NH_4O	Milligrammi per 1 gram. di sale
2 , 2	76 , 7	34 , 9
3	113 , 0	37 , 6
10	147 , 0	14 , 7

Questi fatti provano, che un'acqua contenente una minimissima quantità di sal marino, di nitrato di soda o di sali ammoniacali, acquista con ciò la facoltà di far passare allo stato di soluzione l'acido fosforico che si ritrova nel suolo sotto forma di solfati terrosi, facoltà che l'acqua di per sè o non la possiede affatto o l'ha in un grado molto minore. Se ne inferisce inoltre che queste deboli soluzioni saline si comportano verso i fosfati terrosi come se fossero soluzioni di acido carbonico nell'acqua, di maniera che, a mo'di esempio, 100 chilogr. di solfato ammoniacale, in quanto al potere dissolvente della soluzione di questo sale pel fosfato di calce, corrispondono all'effetto che su questo ultimo producono 4720 litri di acido carbonico disciolti nell'acqua; e 100 chilogr. di sal marino disciolgono la stessa quantità di fosfato di magnesia ed ammoniaca che una soluzione di 3456 litri di acido carbonico nell'acqua.

Gli esperimenti all'uopo istituiti dimostrano che una soluzione molto allungata dei suddetti sali in contatto con della terra, che contenesse un *eccesso* di fosfati terrosi, ne riceve acido fosforico; e che qualora questa soluzione incontra un'altra porzione della stessa terra *non* satura di acido fosforico, le cede di bel nuovo l'acido carbonico che si trova aver ricevuto.

Esaminando più da vicino il comportamento dei sali ammoniacali, del nitro a base di soda, e del sal marino, troveremo che

niuno di questi sali agisce sotto quella forma in cui fu somministrato al suolo.

La crosta arabile decompone i sali ammoniacali; l'ammoniaca vien ritenuta dalla terra, mentre l'acido del sale ammoniacale entra in combinazione con la calce, la magnesia, gli alcali, con una base qualunque, infine, che si ritrova in prossimo contatto e che è atta a combinarsi con esso.

Da ciò s'inferisce che questi sali producono un duplice effetto. Da una parte essi operano rendendo la crosta arabile più ricca di ammoniaca, e dall'altra parte operano la mercè della nuova combinazione formata dall'acido del sale ammoniacale. Gli alcali e le terre alcaline che entrano in combinazione coll'acido acquistano un grado più alto di solubilità e di diffusibilità nel suolo. Essendo il suolo ricco di magnesia o di calce, si formeranno dei sali con queste basi; ma alla influenza di questi, eccettuatane quella del gesso per certe piante, non si può attribuire molta importanza. Se invece del solfato ammoniacale si è fatto uso del sale ammoniaco, nasceranno cloruro di magnesia e cloruro di calcio, i quali esercitano sulla vegetazione una influenza nociva anzi che utile. Che poi per il contatto della terra vegetale con l'ammoniaca vengano a formarsi dei sali con queste basi, i quali non possono esercitare alcuna influenza benigna sopra i prodotti della terra, sono dei fatti che non si possono rivocare in dubbio.

Ma quando le parti della crosta arabile, che vengono in contatto con le soluzioni dei sali ammoniacali, contenessero in singoli luoghi fosfato di calce o fosfato di magnesia sotto forma di grani grossolani, di terra ossea o di farina ossea, formerebbesi in tal caso una soluzione di questi fosfati terrosi atti a diffondersi nel suolo.

In quanto alla rapidità con cui si decompongono, i sali a base di potassa si comportano nella terra vegetale in quel modo appunto che i sali ammoniacali; ma diverso da quello di questi ultimi è il comportamento dei sali a base di soda.

Da una soluzione di nitrato di soda (contenente 1/5 per 100 del sale), che passava lentamento attraverso un eguale volume di terra vegetale (di terra cretosa di Bogenhausen), la metà del sale passava non assorbita, mentre l'altra sua metà si convertiva in nitrato di calce ed in nitrato di magnesia. Del cloruro di sodio, in circostanze simili rimangono 3/4 parti del sale non decomposte.

E però se un campo vien concimato con nitrato di soda o con

sal marino, e se per effetto dell'acqua piovana si forma una diluita soluzione di questi sali la quale penetra attraverso il suolo, una grande parte di questi sali rimane inalterata nel suolo e nel terreno umido e vi dovranno esercitare un'azione ch'è debole di per sè, ma potente per la sua durata.

Nella stessa guisa che i sali ammoniacali o l'acido carbonico che nasce dalle parti organiche del letame nell'atto dell'eremacausia e che si discioglie nell'acqua, le soluzioni di questi sali si dovranno necessariamente saturare di fosfati terrosi in tutti quei siti ove questi si ritrovano accumulati o non fissati dalla crosta arabile, ed i fosfati stessi vengono così posti in quello stato in cui si possono spandere nel suolo. Quando i fosfati terrosi disciolti, in atto che si diffondono, vengono in contatto con altri siti della terra vegetale che non ancora ne sono saturati, questi siti fissano i fosfati terrosi, ed il sal marino o il nitrato di soda conservano allora il potere di operare una o più altre volte lo stesso effetto dissolvente e diffusivo sino a che non si sieno compiutamente convertiti in sali a basi di calce e di magnesia.

Contemplando la benigna influenza dell'accresciuta solubilità e diffusibilità della terra ossea nel suolo, la mercè della disgregazione operata dall'acido solforico, non si potrà abbastanza apprezzare il valore delle sopra menzionate proprietà dei sali ammoniacali, del sal marino e del nitro del Chilì.

L'effetto della più forte concimazione unita con fosfati terrosi in polvere grossolana regge appena al paragone dell'effetto prodotto da una quantità assai più piccola degli stessi sali ridotti allo stato di divisione indefinita, la quale fa sì che qualche particella di essi si ritrovi da per tutto nelle parti della crosta arabile. Una singola fibra radicale, dal sito ove comincia sino a quello ove finisce di toccare il suolo, abbisogna di una quantità infinitissima di nutrimento; ma per la sua funzione ed esistenza si richiede che questo minimo esista appunto in quei siti, imperocchè se gli alimenti non si disciolgono nell'acqua, quantunque negli altri siti ve ne sia in eccesso, quest'ultimo non esiste per la funzione nutritiva della piccola radice. Or i sali sopra indicati posseggono la facoltà di diffondere questi alimenti delle piante trasportandoli dai siti ove si ritrovano in abbondanza a quei siti che ne difettano; o comechè i loro elementi non prendessero parte alcuna al processo della nutrizione, pure dovranno questi sali esercitare una influenza sensibile sull'accrescimento del prodotto del suolo.

Questo effetto cessa tostochè la intiera quantità del solfato ammoniacale o del nitro del Chilì si è convertita in combinazioni a basi di calce e di magnesia, e quella del sal marino in cloruro di calcio ed in cloruro di magnesio; allora fa mestieri di una seconda dose di questi sali onde produrre effetto una seconda volta.

Se l'effetto dei sali ammoniacali è dovuto all'ammoniaca, non si potrà comprendere facilmente, come, dopo forti concimazioni con questi sali, la parte di essi che nel primo anno non ha agito non dovesse agire nel secondo anno, imperocchè la parte rimasta inoperosa si offre pure nel suolo alle piante sotto la stessa forma che si offriva quella parte che fu attiva.

Il solfato ammoniacale reagisce sui silicati alcalini nel modo stesso che sui fosfati terrosi. Se questo sale, in una soluzione molto diluita, vien posto in contatto con della terra vegetale saturata di silicato di potassa, e che all'acqua non cede niente di potassa, il solfato ammoniacale discioglie all'istante una certa quantità di potassa, che si rende sensibile la mercè dei consueti mezzi di reazione.

Egli è chiaro da ciò che l'agronomo, facendo debitamente uso dell'azione chimica del sal marino, del nitro del Chili e de'sali ammoniacali, fa fare a questi corpi le funzioni e gli stessi uffici che fanno nel lavoro meccanico l'aratro, e nel maggese l'azione dell'atmosfera. Si commetterebbe quindi un errore se si volesse conchiudere che il sal marino, avendo le stesse proprietà, dovesse produrre altresì lo stesso effetto di una quantità corrispondente di solfato di soda. Imperocchè se noi riflettiamo, il che si verificherà sempre, che questi sali si convertono entrambi in combinazioni con la calce, il sal marino in cloruro di calcio, ed il fosfato di soda in nitrato di calce, potremo ritenere, secondo gli sperimenti di Kuhlmann, che il cloruro di calcio di per sè riesce assolutamente di niun effetto o più tosto di un effetto nocivo per la vegetazione delle diverse specie di piante sopra una prateria, mentre il nitrato di calce vi aumenta sensibilmente il prodotto di fieno. Al solfato di soda si debbono dunque attribuire due effetti favorevoli mentre che il sal marino non ne ha che un solo; e mentre che le piante terrestri sopportano una quantità considerevole di nitrati nel suolo, le combinazioni del cloro esercitano, al di là di un dato limite, ch'è molto ristretto, un'influenza spiccatamente nociva.

Noi disegniamo col nome di *concime* tutte le sostanze che portate sopra un campo ne aumentano la produzione circa la mas-

sa vegetabile, senza che sapessimo, se tra esse ve ne sieno molte che agiscono semplicemente rendendo gli alimenti esistenti più atti all'assimilazione e preparandoli per la nutrizione delle piante.

Il semplice fatto della loro benigna influenza sulla vegetazione non costituisce punto la pruova che esse vi abbiano agito come sostanze alimentari. Noi paragoniamo il lavoro dell'aratro al trituramento dei cibi, per il quale la natura diede agli animali i corrispondenti apparati; e dagli esperimenti descritti si ricava che molte sostanze, come il sal marino, il nitrato di soda ed i sali ammoniacali, oltre agli effetti che sono dovuti ai loro elementi, assumono delle funzioni particolari che sono paragonabili a quelle del ventricolo che effettua la digestione. In queste funzioni esse si possono sostituire le une alle altre, e in quanto esse preparano per la nutrizione le materie nutritive esistenti nel suolo e le rendono più atte ad essere assimilate dalle piante, debbono anche necessariamente esercitare una vantaggiosa influenza circa la vegetazione delle piante o l'accrescimento della loro massa.

Da ciò si spiega, perchè questi sali manifestano solamente sopra certe specie di suolo un effetto favorevole alla vegetazione delle piante, e perchè ad una seconda o terza concimazione l'effetto o non si rinnova affatto o solamente in parte.

Un agricoltore proprietario di campi i quali non mancano di fosfati, ma in cui questi si ritrovano diffusi in modo non uniforme nel suolo, poste tutte le altre relazioni eguali, potrebbe senza dubbio alcuno aumentare la efficacia di questi fosfati e con essi la facoltà di produrre ne'suoi campi, qualora egli però si trovasse di possedere un mezzo onde estrarre parzialmente dal suolo i fosfati basici e restituirglieli sotto forma di fosfati acidi. Questo mezzo l'agronomo pratico lo adopera di fatti concimando i suoi campi col nitro del Chilì, con sali ammoniacali, o con sal marino.

LETTERA XLI.

La crosta arabile contiene una certa quantità di azoto sotto forma di ammoniaca, e di combinazioni azotate provenienti dalle piante e dagli animali.

Le osservazioni di Thomson e Huxtable, ed in particolare i lavori preziosi di T. Way, hanno stabilito il fatto, che il carbonato di ammoniaca il quale nella pioggia e nel letame, o l'ammoniaca che nei sali ammoniacali vengono somministrati alla crosta arabile, sono da questa assorbiti e fissati, di maniera che in essa non si può ritrovare ammoniaca libera; e siccome nè l'acqua pura nè l'acqua satura di acido carbonico sottraggono alla terra la ammoniaca che vi è combinata, così chiaramente si comprende come quest'ultima debba venir sottratta direttamente alla crosta arabile dalle radici delle piante che se ne nutriscono.

Or supponendo che le piante ricevessero tutto l'azoto, di cui hanno bisogno per isvilupparsi, non dall'aria, ma sibbene dal suolo, si comprenderà molto bene che ciascuna parte del suolo dovrebbe in tal caso contenere una quantità tale di ammoniaca o di azoto da poter bastare ai bisogni dello svolgimento vitale delle piante. Se le parti del suolo contenessero di queste sostanze meno di quello che le radici ne sono capaci di ricevere e la pianta può assimilare, questa non raggiungerebbe il massimo del suo sviluppo; e comechè le altre condizioni necessarie pel formarsi delle semenze si ritrovassero del tutto soddisfatte, essa non produrrebbe che dei semi o per numero o per peso inferiori.

La facoltà produttiva di un campo, in quanto si ritrova determinata dall'azoto, sarebbe in ragione della quantità intiera dell'azoto contenuta nel suolo, come anche in ragione di quella parte di questa quantità che in ogni punto della sezione orizzontale del suolo esiste al disotto. Dal sito in cui le fibre radicali non ritrovano azoto non ne potrebbero certamente ricevere.

Da due campi di cui le croste arabili dalle superficie scendendo al disotto contengono la stessa quantità di azoto, ammesse

come esistenti le altre condizioni della vegetazione, due piante riceveranno una quantità ineguale di azoto, se le superficie succhianti delle loro radici non si ritrovano pur esse di esser eguali. Una pianta, di cui la superficie delle radici è il doppio della superficie di quelle di un'altra pianta, assorbirà il doppio della quantità di azoto che assorbe quella. Questa proporzione vale per tutte le sostanze alimentari che si rinvengono nel suolo.

Sopra un campo che contenga solamente la metà della quantità di materie nutritive contenuta in un altro campo, la pianta che ha una doppia superficie radicale riceverà una quantità di alimenti eguale a quella che la pianta con una superficie radicale semplice riceve dal primo.

Questi sono altrettanti assiomi, e da questi si spiega, per molti casi, uno degli effetti essenziali del concime sopra i nostri campi, in quanto che una accumulazione di nutrimento nella crosta superiore del campo mette le piante nella condizione di poter nel primo periodo del loro sviluppo cacciare un numero di radicelle succhianti dieci e forse anche cento volte maggiore di quello che altrimenti avrebbero cacciate; la qual cosa fa sì che il loro ulteriore accrescimento stia sempre in rapporto coll'ampiezza della superficie acquistata dalle radici, che così sviluppate hanno il potere di allargarsi ed insinuarsi assimilando gli alimenti contenuti scarsamente negli strati inferiori.

Finora siamo privi di esperienze e di studi fatti sul numero delle fibre radicali e sulla superficie succhiante delle piante da coltura, laonde non si può nemmeno determinare con qualche certezza la quantità di ammoniaca che dovrebbe esser contenuta in ogni sezione orizzontale del suolo onde poter somministrare alle piante la intiera quantità di azoto di cui esse abbisognano.

Or se, fondandoci sulle considerazioni che esporremo nella lettera seguente, ammettiamo che un campo dovesse per ogni millimetro quadrato della sua sezione orizzontale contenere 1/2 milligrammo di ammoniaca, onde essere in grado di poter cedere alle radici di una pianta di frumento la necessaria quantità di azoto di cui abbisogna pel suo perfetto sviluppamento, un'ettara di terreno, dalla superficie in giù fin dove arrivano le radici principali, dovrebbe contenere 10000 libbre di ammoniaca, val quanto dire da 0,12 a 0,13 per ogni cento parti della sua massa.

Confrontando con questo valore la quantità di ammoniaca o di azoto contenuta nelle terre vegetabili delle diverse regioni del

globo, per quanto deriva dalle numerose analisi, troveremo che la più gran parte dei nostri campi, coltivati di già alla profondità di 10 pollici, ne contiene non solamente la suddetta quantità ma una assai maggiore.

E poichè indubitatamente le piante coltivate ricevono e ritengono, per la via delle foglie, dalla pioggia e dalla rugiada come anche dall'aria, sotto forma di ammoniaca e di acido nitrico, altrettanto di alimento azotifero quanto ne ricevono e ritengono le piante che crescono spontaneamente e che dalla mano dell'uomo non ricevono concime azotifero, se ne inferisce con molta chiarezza che l'agricoltore non si troverà che rare volte in caso di dover ricercare la causa del poco fruttare dei suoi campi nella sola ed unica mancanza dell'ammoniaca o degli alimenti azotiferi, e che per migliorare la rendita dei campi dovrà da prima prendere di mira altre condizioni.

La conoscenza quindi della quantità di ammoniaca o di azoto contenuta nel suolo non è sufficiente perchè si potesse giudicare della capacità di fruttare o di ciò che può rendere un campo; e se anche per l'aggiunzione di ammoniaca molti campi dessero una raccolta migliore, pure rimarrà senza effetto, pel maggior numero degli altri campi, la più copiosa somministrazione di questo alimento, imperciocchè quantunque l'azoto debba concorrere e cooperare alla produzione della massa vegetale, esso di per sè non produce alcun effetto allorchè mancano le condizioni che lo rendono efficace.

Molto istruttivi sotto questo rapporto sono gli esperimenti istituiti nel 1843 da SCHATTENMANN nell'Alsazia. I suoi campi da frumento concimati con sali ammoniacali diedero una minore raccolta di grano che un pezzo dello stesso terreno non concimato con questi sali; e nello stesso modo le sperienze del Comitato generale della Società agronomica di Baviera istituite nel 1857 (vedi pag. 480) dimostrano che, per la concimazione di un campo con carbonato ammoniacale, il ricolto in grano e paglia di orzo diminuiva invece di aumentare, e che i solfati, i fosfati ed i nitrati ammoniacali accrescevano la raccolta solamente di pochi centesimi. Sullo stesso campo una quantità di grano contenente una quantità eguale di sali ammoniacali produsse tre volte di grano e due volte di paglia più del pezzo non concimato.

Chiaramente si comprende da ciò, che la prossima causa dell'effetto tanto energico del guano sopra l'anzidetto campo deve

rinvenirsi nelle materie che in esso stanno accoppiate all'ammoniaca, poichè, come di già lo abbiamo osservato, una quantità di ammoniaca sola, eguale a quella contenuta nel guano o non produsse effetto alcuno, o produsse un effetto appena sensibile sullo stesso campo nell' anno medesimo ed impiegata per la stessa specie di cereali.

E però un campo il quale di già contiene in gran copia le materie che nel guano stanno insieme all'ammoniaca o che le abbia ricevute prima, e dipoi fosse stato concimato con sali ammoniacali, avrebbe fornito prodotti non meno copiosi di quelli ottenuti col guano stesso, ed in quantità maggiore di quelli che esso avrebbe dati senza la cooperazione dell'ammoniaca; ma falsamente si conchiuderebbe, se in tal caso si volesse attribuire il maggior ricolto cavato dal campo unicamente all'effetto dell'ammoniaca, per la ragione che nelle annate delle maggiori ricolte il campo aveva ricevuto solamente sali ammoniacali, e che ne fossero state escluse tutte le altre sorte di concime.

Gli esperimenti istituiti dall'anno 1844 al 1855 da G. B. Lawes sono le pruove più manifeste di questo modo di vedere. Egli concimò con 560 libbre di fosfato acido di calce per *acre* e con 220 libbre di silicato di potassa un campo da frumento; e negli undici anni successivi solo coi sali ammoniacali (solfato ammoniacale e sale ammoniaco), e vi raccolse, termine medio, la metà di grano e di paglia di più che sopra un altro campo della stessa superficie, che non concimato era stato coltivato anche a frumento.

Con questi si accordano perfettamente anche i risultamenti ottenuti da Kuhlmann dall'anno 1844 al 1846 nella concimazione dei suoi prati con sali ammoniacali.

Sopra un prato concimato con sale ammoniaco egli ottenne un prodotto maggiore, che calcolato per 100 parti di sale ammoniaco corrispondeva a 645 parti di fieno. Nello stesso anno da un altro pezzo di terreno, parimenti concimato con sale ammoniaco al quale però aveva aggiunto fosfato di calce, egli ebbe, per ogni 100 parti di sale ammoniaco somministrato, 1666 parti di fieno, val quanto dire due volte e mezzo più di quello che aveva ottenuto non facendo uso del fosfato di calce.

Il vantaggio che si ottiene mercè l'aggiunzione degli alimenti fissi, in quanto all'aumento dei prodotti ed alla durata della fertilità dei campi, chiaro si scorge ed è evidente, anche per chi

fosse preoccupatissimo, da un'altra serie di esperienze istituite da Lawes.

Contemporaneamente ai due già menzionati campi, Lawes ne aveva concimato un terzo tre volte in 12 anni con parti costituenti fisse del suolo e nove volte con sali ammoniacali, lasciandolo non concimato nell'anno 1846. Questo terzo pezzo trovossi dunque di aver ricevuto due concimazioni con ammoniaca di meno e due concimazioni con parti minerali di più che il secondo campo.

Il prodotto, per *acre*, dei tre campi era come siegue:

	grano e paglia
N. I. Il campo non concimato somministrò	34272 libbre
N. II. 1 anno di concime minerale 2 anni concimato con sali ammoniacali.	54408 »
N. III. 3 concimazioni con sostanze fisse minerali 9 » » sali ammoniacali	55704 »

Non ostante che il terzo campo avesse ricevuto oltre a 700 libbre di ammoniaca per *acre* meno del secondo campo, il prodotto per ciò non ne diminuì affatto, che anzi al contrario s'accrebbe del valore di una mezza raccolta. Questi fatti dimostrano ad evidenza che, anche sopra un suolo che di alimenti fissi per la pianta del frumento era ricco a segno d'aver potuto, per 12 anni continui e senza concimazione alcuna, fornire una normale raccolta annua di 2856 libbre di grano e paglia, la concimazione più copiosa con sali ammoniacali, se nel tempo stesso le parti costituenti del suolo toltegli nelle raccolte non vengono che imperfettamente concimate, dà un prodotto di grano e paglia inferiore a quello che avrebbe dato se le parti sottratte al suolo gli fossero state restituite con più di esattezza. Questi fatti provano inoltre, che i sali ammoniacati come mezzi di concimazione divennero meno indispensabili a misura che aumentava l'aggiunzione degli alimenti fissi per le piante; imperocchè la quantità minore di ammoniaca che il terzo campo conteneva non ebbe per effetto una raccolta corrispondentemente minore, anzi la raccolta totale vi fu più grande di quella che si ottenne da una quantità maggiore di ammoniaca contenuta nel secondo campo, al quale nel solo primo anno erano state somministrate nel concime le parti costituenti fisse del suolo.

Confrontando il prodotto dei campi N. II e III negli anni divisi,

il buono effetto della concimazione con sostanze minerali si scorgerà evidente.

Il campo N. III aveva ricevuto nell'anno 1850 per la terza volta una concimazione di 300 libbre di carbonato di potassa, 200 libbre di carbonato di soda, 100 libbre di solfato di magnesia, 200 libbre di terra ossea e 160 libbre di acido solforico; nei cinque anni susseguenti non ebbe altro concime fuorchè sali ammoniacali.

Il campo N. II era stato concimato una sola volta (nel 1844), con fosfato acido di calce e con silicato di potassa, e negli undici anni seguenti era stato concimato esclusivamente con sali ammoniacali.

Il prodotto di questi campi dal 1850 in poi fu il seguente:

	Racc. in libb. di grano e di paglia.				
Anni	1851	1852	1853	1854	1855
N. I. campo non concimato . . .	2710	2457	1772	3496	2860
N. II. concimato nel 1844 con sostanze fisse minerali, e poi con sali ammoniacali sino al 1855 . .	5036	4107	2691	5808	3779
N. III. concimato nel 1844, 1848, 1850 con sostanze minerali, e poi con sali ammoniacali sino al 1850.	4985	4162	3578	7003	5074
In altri termini.					
N. I.	1000	1000	1000	1000	1000
N. II.	1850	1630	1500	1690	1520
N. III.	1800	1690	2010	2000	1770

Come si vede, il campo N. III, dopo di aver ricevuto nel 1850 una forte dose di concime minerale, non diede ne'due anni susseguenti una raccolta maggiore di quella del campo N. II, al quale non venne somministrata una tale soprabbondanza di alimenti, e da questo mancamento di effetto l'inesperto agronomo si potrebbe credere nel dritto di tirare la conseguenza, che il campo fosse stato ricco abbastanza di queste materie e che l'aggiunzione fattavi fosse stata superflua e il somministrarle al campo una vera spesa inutile. Ma questi esperimenti continuati con tanta perseveranza dimostrano quanto sarebbe falsa una simile conchiusione. Essi ci fanno vedere che niuna particella di queste sostanze è rimasta inefficace, ma che esse tutte abbiano prodotto i loro effetti solamente dopo che si ritrovarono diffuse nel suolo. Essi dimostrano che

queste sostanze minerali, onde diventare efficaci, abbisognano di un tempo molto più lungo di quello che loro sarebbe stato necessario se si fossero somministrate sotto forma di concime di stalla, nel quale le parti organiche contenutevi poi formano una vera sorgente di acido carbonico, che costituisce nel tempo stesso il mezzo naturale atto a disciogliere le parti fisse del detto concime e a diffonderle nel suolo.

Non prima del quarto anno (1853) l'effetto degli elementi fissi dell'alimentazione si fece notare in un aumento della raccolta; la durabilità di questo effetto si manifestò in un modo anche più evidente nel sesto anno.

Mentre i sali ammoniacali nell'anno 1853 avevano aumentato della metà del prodotto del campo non concimato quello del secondo campo, che sette anni prima aveva ricevuto una concimazione minerale, il ricolto del terzo campo concimato con una quantità equivalente di ammoniaca ammontava al doppio di quello del pezzo non concimato; nell'anno 1854 il prodotto del terzo campo sorpassava quello del secondo del 31 per cento, e del 45 nell'anno 1855.

Non sarà forse possibile di rinvenire per la ineguaglianza de' due campi da frumento, concimati con sali ammoniacali, un'altra causa se non che l'uno di essi si fosse trovato più ricco dell'altro di sostanze alimentari fisse per la pianta del grano; e niente è più certo del fatto che i prodotti dei due campi non erano proporzionati alle quantità di ammoniaca che vennero loro somministrate.

Or siccome gli alimenti fissi incorporati nell'anno 1850 al terzo campo si debbono ritenere come la vera e prossima causa delle maggiori raccolte fattevi negli anni 1853 a 1855, non si potrà certamente rivocare in dubbio, che gli stessi alimenti (560 libbre di fosfato acido di calce e 220 libbre di silicato di potassa), somministrati nel 1844 al secondo campo, non sieno stati la causa prossima per la quale esso abbia superato nei seguenti undici anni per le sue maggiori produzioni il campo non concimato.

Sopra campi di una natura così identica, come sono i campi sui quali Lawes fece i suoi esperimenti, non si potrà supporre che il terzo di essi, negli anni 1853, 1854 e 1855, avesse potuto somministrare maggiori raccolte che il secondo se la quantità totale di alimenti efficaci del suolo non vi fosse stata maggiore. E se in quest'ultimo la quantità anzidetta non fosse stata maggiore che nel campo non concimato, sarebbe avvenuto che tanto la quantità che

la durata delle produzioni di questo secondo campo ne sarebbero rimaste pregiudicate.

Da ciò s'inferisce che anche le raccolte del campo non concimato erano in proporzione della quantità totale degli elementi efficaci contenuti nel suolo; se la quantità vi fosse stata minore, il difetto se ne sarebbe manifestato in una diminuzione dei prodotti. Coll'aumento di questi elementi del suolo sopra il secondo campo vi crescevano pure i ricolti, e ciò per l'intermezzo dei sali ammoniacali; ed un'ulteriore aumento degli elementi stessi sopra il terzo campo ebbe per effetto prodotti anche maggiori, non ostante che questo terzo campo avesse ricevuto una quantità minore di sali ammoniacali in rapporto al secondo.

Da ciò si vede chiaramente, che le raccolte normali e le raccolte aumentate dipendevano dalla quantità totale degli elementi del suolo dei tre campi, come pure da quella parte di siffatta quantità totale che per la cooperazione dei sali ammoniacali si ritrovò nello stato consentaneo ed atto all'assimilazione. Senza l'aggiunzione di elementi fissi del suolo, che negli esperimenti di Lawes aveva ricevuto il secondo ed il terzo campo, essi dopo pochi anni sarebbero stati posti nello stesso stato in cui si ritrovavano i campi di Schattenmann, su cui la somministrazione di sali ammoniacali non ebbe per effetto alcun aumento nella produzione del grano. E però ogni qual volta per l'aggiunzione di sali ammoniacali o del nitro del Chilì la produzione in grano e paglia di un campo viene accresciuta, la cagione più prossima n'è sempre che della quantità totale degli elementi del suolo presenti nel campo una parte *maggiore* sia divenuta atta a poter incorporarsi nella pianta, e quindi efficace; senza questa maggioranza i sali ammoniacali e il nitro del Chilì non potrebbero produrre effetto alcuno.

Un campo, il quale concimato con questi sali diede per uno o più anni una raccolta più abbondante, scema di fertilità per le raccolte future, imperocchè non potrebbe altrimenti rimaner fertile se non rimanendo eguali le condizioni della sua fertilità, e così ancora potrà diventare più fertile nel solo caso in cui queste condizioni vi si ritrovino aumentate. Ma nel maggior prodotto delle raccolte dovuto ai sali ammoniacali o al nitro del Chilì è avvenuto che si sieno tolti gli elementi del suolo tramutati in grano e paglia, ond'è che il campo, dopo la raccolta, n'è rimasto povero più di prima.

L' esperienza dimostra che i prodotti dei campi di una stessa contrada sono molto ineguali, e ciò anche nei casi in cui i campi contenessero la stessa quantità di sostanze organiche in eremacausia e di azoto. Un prato somministra due e tre volte più fieno che, sotto le stesse condizioni esterne, un altro prato della medesima estensione. Un moggio di un campo da trifoglio dà tre e quattro volte più di fieno di trifoglio che un moggio di un altro campo del tutto simile.

Le cause di queste ineguali attitudini alla produzione sono sempre e da per tutto le stesse.

A due campi di eguale superficie l'atmosfera adduce in quantità eguali tanto l'acido carbonico che le particelle di ammoniaca; ma sulla superficie del campo fertile a malgrado di ciò si raccoglie sotto forma di fieno di prato o di trifoglio la doppia, tripla o la quadrupla quantità di carbonio e di azoto che sopra l'altro campo; egli è chiaro che la cagione del maggior ricolto non è insita all'aria, ma bensì al suolo.

Il suolo più fertile cedette alle piante, per nutrirle, la doppia, la tripla o la quadrupla quantità di parti elementari del suolo; esso ne conteneva una quantità maggiore o le conteneva in maggior copia in quello stato in cui erano più atte a poter essere assimilate dalle piante.

Se noi ammettiamo l'ipotesi, che in un anno l'atmosfera somministri a due campi da trifoglio o a due prati di fertilità ineguale, di cui l'uno si trova perciò a contenere una quantità totale di elementi del suolo maggiore di quella dell'altro, il doppio, il triplo o il quadruplo della quantità di ammoniaca che ricevono in altre condizioni, e quindi che il prodotto dei due campi si sia da ciò aumentato, troveremo sempre siffatto aumento essere ineguale, imperocchè quello del campo più fertile sarà sempre più grande di quello del campo meno fertile, e questo nelle medesime anzidette proporzioni, sendo che le condizioni della fertilità del suolo in rapporto alle quantità sono rimaste inalterate ne'due campi.

L'aumento del prodotto di un campo la mercè dell'aggiunzione di ammoniaca o dei sali ammoniacali presuppone necessariamente che esistano le condizioni dell'aumento, e che per uno stesso tempo una maggior copia di elementi del suolo sia divenuta assimilabile ed efficace.

Sempre ed in tutti i casi le *raccolte* e la loro *durata* stanno in rapporto con la quantità totale degli alimenti fissi che si ritrovano

presenti nel suolo. La quantità delle raccolte sta in rapporto con la prontezza con cui gli elementi del suolo agiscono in un dato tempo, val quanto dire, con quella parte del totale, che in ogni anno passa dal suolo nelle piante. Quindi se un campo contiene una quantità tale di alimenti fissi delle piante, che senza restituzione alcuna di questi alimenti può fornire, in 100 anni, non più di 100 raccolte normali o rimuneratrici di frumento, lo stesso campo, dopo l'elasso di questo tempo, forse potrà essere ancora ricco abbastanza per alimentare un'altra pianta, ma in senso agrologico esso non è più un suolo da frumento.

Or se spingendo più oltre i lavori meccanici del suolo, o facendo uso di mezzi chimici, come sono il nitro del Chili, il sal marino, ed i sali ammoniacali, noi acceleriamo l'azione delle sostanze alimentari fisse, il campo forse produrrà in 50 anni tanto di grano e di paglia quanto ne avrebbe prodotto in 100 anni, se questi mezzi non fossero stati usati; ma esso diventerà esausto, nella metà del tempo, per la coltura del frumento.

In virtù dell'applicazione di mezzi di tal fatta, il campo non produce di più in *totalità*, ma bensì produce di più nel *tempo*.

Se l'agronomo perde di vista le condizioni da cui dipende la durata delle sue maggiori raccolte, e se, fidandosi sull'effetto del suo lavoro e sull'applicazione del nitro del Chili, dei sali ammoniacali e del sal marino, trascura di restituire al suolo gli elementi che nelle raccolte gli ha sottratti, egli si ritrova in questo caso a fare delle speculazioni colla ricchezza dei suoi campi, intorno alla quale niente egli conosce e nessuno gli può dare delle dilucidazioni. Egli si appropria prima del tempo quel beneficio che negli anni consecutivi non gli sarebbe certamente venuto meno, e la sola differenza che passa tra lui e lo speculatore sulle intraprese delle ferrovie si è, che d'ordinario il castigo per le sue stolte azioni lo raggiunge senza pietà, mentre lo speculatore sulle azioni delle ferrovie lo sa sfuggire addossandolo ad altri. L'applicazione in apparenza lucrativa di questi mezzi, sopra molti campi, potrà perdurare qualche tempo pria che l'agronomo s'avveda del danno che arreca a se stesso trascurando di riparare quello sofferto dai suoi campi. Ma quanto di più lunga durata saranno state le ubertose ricolte dei suoi campi, tanto più egli si sarà avvicinato al limite ove necessariamente dovranno esse toccare alla loro fine.

LETTERA XLII.

Molto piccola in confronto della intera massa aerea è la quantità di alimenti in essa contenuti. Se tutte le particelle di acido carbonico e di ammoniaca che si ritrovano diffuse nell'atmosfera si raccogliessero intorno alla superficie terrestre formando ciascuno di questi gas uno strato in cui avessero la stessa densità dell'aria al livello del mare, lo strato formato dell'acido carbonico oltrepasserebbe di poco l'altezza di otto piedi, e lo strato formato del gas ammoniacale giungerebbe appena a due linee; or l'uno e l'altro, questi gas, vengono sottratti all'aria dalle piante, e l'atmosfera ne vien depauperata.

Se tutta la superficie terrestre formasse un prato continuo, sul quale annualmente si potessero raccogliere 100 cantaia di fieno per ogni ettara, le piante di cosiffatto prato immaginario spoglierebbero in 21 a 22 anni l'aria della intiera quantità di acido carbonico in essa contenuto, e alla vita organica toccherebbe il suo fine; l'aria cesserebbe di essere fertile per le piante; dopo quel tempo, cioè, non offrirebbe più alcuna delle condizioni vitali indispensabili allo sviluppamento delle medesime. Noi sappiamo: esser stato provveduto per la durata eterna della vita organica: l'uomo e gli animali vivere del corpo delle piante: tutti gli esseri organici avere una esistenza passaggiera più o meno breve: durante il processo vitale degli animali, gli alimenti che lo sostengono diventare di bel nuovo quello che essi erano in origine: un tramutamento simile a quello degli alimenti soffrir pure, dopo la morte, i corpi di tutti gli animali e quelli di tutte le piante: i loro elementi combustibili decomporsi in acido carbonico e in ammoniaca, che sono l'una e l'altro di natura aeriformi: essi far ritorno nell'atmosfera, pronti sempre per servire al formarsi ed allo sviluppo di una nuova generazione.

La durata della vita organica, come si vede, in quanto agli elementi combustibili di cui si formano il corpo della pianta e quello dell'animale, è intimamente rannodata al ritorno di que-

ste condizioni. Il Creatore, per queste ultime, ha stabilito in grande un movimento di circolazione, al quale l' uomo può partecipare, ma che si mantiene senza che questi in guis'alcuna vi contribuisca. Da per tutto ove gli alimenti, sotto forma di grano o di altri frutti cereali, si accumulano sul suolo, si ritrovano in vicinanza uomini ed animali, che li consumano, e che costretti dalla legge imperiosa della natura circa la propria conservazione li decompongono incessantemente in elementi primitivi di nutrimento.

L'aria non ha mai posa; essa è sempre in balìa di un movimento in giù ed in sù, comechè non soffiasse nemmeno il più leggiero dei venticelli; tutto ciò che essa ha perduto, cedendolo alle piante per nutrirle, le vien restituito da un altro lato, da sorgenti che anch'esse giammai vengono meno.

In quanto al ricevimento degli alimenti ed alla direzione in cui questi vengono adoperati, vi esiste una notevole differenza tra le piante perenni e le piante annuali; imperocchè se anche la capacità di ricevere gli alimenti e di trasformarli in parte del proprio organismo fosse eguale per tutte le specie di piante, la quantità di cui queste ne abbisognano pei loro fini vitali, in quanto al tempo non è eguale; onde giungere al massimo dello sviluppo nel periodo della sua vita più breve, la pianta annuale ne abbisogna di più che la pianta biennale, e questa di più che la perenne.

Le condizioni favorevoli alla vita delle piante annuali operano lo stesso effetto utile anche sulle piante perenni, ma lo sviluppo di queste ultime non dipende nello stesso grado dallo stato atmosferico casuale e passaggiero; da uno stato atmosferico non favorevole, la vegetazione viene ad essere trattenuta nelle perenni, solamente rispetto al tempo; esse sono in grado di aspettare il ritorno dello stato favorevole, giacchè nel tempo che il loro accrescimento rimane semplicemente stazionario, la pianta annuale si trova di aver raggiunto il fine della sua vita e perisce.

Nelle piante perenni, il massimo effetto dell'attività vegetativa si rivolge in sul principio del loro sviluppamento più segnatamente alla formazione delle loro radici; gli alimenti atmosferici assorbiti dalle foglie servono, come lo vediamo nel modo il più chiaro nelle piante di alto fusto, le quali nel primo periodo del loro sviluppamento sembrano di crescere con tanta lentezza e dopo con tanta rapidità, per ampliare ed approfondire i loro organi sotterranei di assorbimento; allargate che hanno le loro radici in una certa ampiezza, cominciano a crescere in proporzioni

molto più grandi di prima; il tronco e lo stelo aumentano la loro massa, i germogli e le foglie il loro numero.

Nello sviluppamento della pianta annuale, gli alimenti sono impiegati nel medesimo tempo in *due* direzioni per la formazione dei germogli, delle radici e delle foglie; e perciò la detta pianta, rispetto alla uniforme aggiunzione degli alimenti nelle debite proporzioni, dipende, molto più che la pianta perenne, dalla natura del suolo e dallo stato atmosferico. Lo sviluppamento di tutte le parti della pianta annuale è limitato da una durata di tempo ben definita e relativamente breve; la sua vegetazione è perfetta nei soli casi in cui le condizioni estrinseche e la natura del suolo sieno egualmente favorevoli.

Per le piante persistenti dei pascoli e dei prati la formazione dei germogli sotterranei apparisce di grandissima importanza, imperocchè per mezzo di essi si mantiene la vegetazione. Questa formazione sembra verificarsi per lo più nei casi in cui un difetto di alimenti o perturbazioni estrinseche apporterebbero grave pregiudizio ad una pianta annuale. Soltanto una minima parte delle piante crescenti sopra un pezzo di campo da prato anche foltissimo forma degli steli, e la maggior parte non sviluppa che le gemme delle foglie; molte piante si limitano a formare unicamente delle sortite sotterranee. Un paese acquista il suo carattere essenziale dalle piante perenni, le quali, da per ogni dove l'uomo non si mette a far loro ostacolo, s'impadroniscono del suolo. I siti dei boschi tagliati si ricuoprono subito nell'anno vegnente con piante di cui molte (come per esempio il lampone) fioriscono nello stesso anno e portano i frutti; il che indica che non hanno potuto nascere da semi nuovi; i germoglianti rampolli delle radici trattennero per una serie di anni la pianta in uno stato inferiore di sviluppo fino a che le condizioni di uno sviluppamento più perfetto si presentavano di bel nuovo.

Sopra questo comportamento riposa la durata dei nostri prati; la certezza del loro prodotti, sotto l'influenza alternativa dello stato atmosferico e delle condizioni in cui si ritrova il suolo, si poggia, in quanto ad essi, sopra il gran numero di piante che possono conservare e mantenere anche ad un grado infimo il loro proprio sviluppo.

Mentre una specie di piante si sviluppa verso il di fuori, fiorisce e porta semi, un'altra o una terza specie raccoglie in giù le condizioni di una consimile prosperità futura; l'una sembra

sparire, facendo luogo ad una seconda o ad una terza sino a che anche per questa avran fatto ritorno le condizioni vegetative. La concimazione con ceneri chiama fuori dalle barbicaie le piante delle specie del trifoglio; dietro una concimazione con farina ossea la quale era stata disgregata con acido solforico, si trovò l'*arrhenaterum avenaceum* sviluppato stelo a stelo, e, dove la farina ossea per caso non perveniva, non si vedeva neppure uno stelo di questa specie di erba.

Nel far seguito e dar luogo alle altre, una mirabile disposizione della natura assicura la continua esistenza delle diverse piante che rivestono il suolo di un verde durevole, e nella coltura delle piante annuali che somministra gli alimenti agli uomini ed agli animali le operazioni dell'agronomo si ritrovano sottoposte all'avvicendamento di una legge suprema. L'ambito da cui la pianta perenne ricava i suoi alimenti si allarga di anno in anno; se le radici ne ritrovano in un sito quantità insufficienti, la pianta soddisfa al suo bisogno sottraendoli da altri siti che ne sono più ricchi. La pianta annuale perde in ogni anno le sue radici, la pianta perenne le conserva, pronte sempre a ricevere gli alimenti in ogni tempo che le sia propizio; molte piante conservano il loro stelo o tronco, in cui la parte degli alimenti ricevuti e non consumati si accumula onde servire al futuro bisogno che ne avranno le gemme e le foglie; ed ecco perchè sopra un suolo proporzionatamente povero queste piante lussureggiano, mentre le piante annue per allignarvi hanno bisogno che la mano dell'uomo apporti loro gli alimenti. A lungo andare le piante annuali non si possono seguire le une alle altre sopra lo stesso terreno senza sfruttarlo, e nella coltura alternativa le piante perenni sieguono con più vantaggio le piante annuali e viceversa.

Una pianta annuale è tanto meno dipendente da un' aggiunzione di alimenti atmosferici quanto più essa nel suo comportamento si avvicina alle piante perenni. Fino a tanto che una pianta caccia foglie nuove essa conserva e mantiene il suo potere di appropriarsi dall'atmosfera l'acido carbonico e l'ammoniaca, e per uno stesso tempo essa ha meno bisogno che di queste sostanze venga fornita dal suolo.

Una pianta di piselli, la quale nello stesso tempo in cui i suoi semi maturano caccia foglie e fiori nuovi, attinge e riceve dall'atmosfera più di elementi combustibili che la pianta di grano le cui foglie e steli verdi dopo la fioritura e col maturare dei semi

si appassiscono e perdono la facoltà di poter assorbire gli alimenti atmosferici.

Da ciò si spiega, come una pianta concimata a tempo opportuno con sostanze organiche, le quali in atto di eremacausia adducono alle radici acido carbonico ed ammoniaca, aumenta la propria massa e produce una copia maggiore di semi che un'altra pianta di cui il ricolto appena se ne aumenta.

Da una superficie stessa di terreno si raccolgono nelle diverse piante da coltura quantità inegualissime di elementi del sangue e della carne o di azoto. Se col numero di 100 si volesse disegnare la quantità di azoto che in segala sotto forma di grano e di paglia si raccoglie sopra un campo, si verrebbe a raccogliere sulla stessa superficie

in avena	114
in frumento	118
in piselli	270
in trifoglio	390
in bietole	470.

I piselli, le fave e le piante da foraggio somministrano quindi in agricoltura più azoto che i cereali; i piselli e le fave danno più del doppio; il trifoglio e la bietola più del triplo e del quadruplo della quantità di elementi della carne e del sangue che si ottiene dal frumento. Il trifoglio e le rape hanno la facoltà di produrre sopra molti campi questa esuberanza di azoto, senza che ne ricevano nel loro concime. Siffatta quantità si può anche aumentare, somministrando ceneri alle terre coltivate a trifoglio, e solfato di terra ossea a quelle da barbabietole.

Di una particolare utilità si è sperimentato il concime azotifero nella coltura dei cereali; come pure sopra molti campi anche la vegetazione delle piante trifoglie ed a radici esculenti si è vista potentemente accresciuta. In generale, il lussureggiante prosperare delle piante da foraggio sopra i campi che non hanno ricevuto concime azotifero prova che la utilità o la necessità di concimi di tal fatta non può essere determinata da un difetto nell'aggiunzione di azoto da sorgenti naturali, nè che può venire spiegata da ciò che le piante da foraggio ne abbiano avuto difetto. La colonna aerea che gravita sopra un campo coltivato a trifoglio, o a frumento, offre alla pianta di quest'ultimo tante particelle di acido carbonico e di ammoniaca quanto ne offre a quella di tri-

foglio; e sopra lo stesso suolo su cui l'agronomo aveva raccolto pochissimo azoto sotto forma di grano e di paglia, egli, coltivandovi una pianta da foraggio, raccoglie il triplo ed il quadruplo di elementi azotiferi. La stessa sorgente dalla quale la pianta di trifoglio aveva attinta la quantità di azoto di cui abbisognava era anche accessibile alla pianta di frumento; e se quella ne aveva ricevuto il triplo ed il quadruplo, la pianta di frumento non poteva neanche averne difetto. Ben certo è, che un suolo il quale ha prodotto una scarsa raccolta di grano non diventa più fertile pel grano ancorchè gli fossero somministrate le quantità più copiose di ammoniaca. La cagione per cui la coltura del grano non prosperava deve adunque esser posta in altre circostanze, e la causa più prossima la si deve ricercare nella natura del suolo.

D'altronde non si può rivocare in dubbio che due campi egualmente ricchi di alimenti fissi per le piante sieno pure inegualmente fertili per le piante granifere, se l'uno di essi più dell'altro contiene materie organiche ricche di carbonio e di azoto; il campo che n'è più ricco porta raccolte più copiose di grano e di paglia. Non meno certo si è pure che di due campi, i quali nel concime hanno ricevuto una quantità eguale di alimenti fissi, se l'uno di essi contemporaneamente riceve dentro materie organiche una sorgente di acido carbonico e di ammoniaca, mentre l'altro ne resta privo, quel campo porterà una raccolta più copiosa di grano e di paglia che non sarà quella di quest'ultimo.

Il suddetto aumento delle raccolte ha luogo nelle stesse proporzioni tanto per le piante granifere quanto per tutte le altre piante annuali di cui le foglie poco si sviluppano e le radici poco si diramano; laonde facilmente si riconosce la vera causa della utilità che ritraggono le piante dalle materie organiche ricche di azoto che loro vengono somministrate.

Manifestamente la cagione di questo risiede in ciò, che la quantità di prodotti ricchi di azoto, producibile sopra una data superficie di terreno, sta in un determinato rapporto con la *superficie delle foglie* o in generale con gli organi succhianti, e col *tempo* pel quale questi organi rimangono attivi.

Di due piante che hanno una stessa durata di vegetazione, l'una, con doppia estensione superficiale delle foglie, assorbirà dall'aria la doppia quantità di azoto che l'altra con una semplice estensione superficiale delle medesime.

Di due piante di una stessa estensione superficiale delle loro

foglie e di una durata di vegetazione ineguale, essendo le altre circostanze pari, darà il maggior fruttato quella che ad eguale aggiunzione di alimenti ne riceve per un tempo più lungo, val quanto dire, quella che ha più tempo da impiegare nell'assimilazione. La mercè della concimazione dei suoi campi, l'agronomo esercita una immediata influenza sulla rendita dei medesimi, e l'effetto dei concimi pel loro contenuto di azoto sta in rapporto inverso colla superficie succhiante delle foglie e delle radici, come pure col tempo durante il quale vegetano le piante coltivate.

L'effetto dell'azoto nel concime è minore nelle piante con grande superficie fogliacea (piselli, rape), o di un periodo di vegetazione più lungo (piante dei prati, trifoglio) di quello che è nelle piante culmifere. L'ammoniaca come alimento è necessario a tutte le piante, ma in senso agrologico la sua somministrazione non giova a tutte le piante coltivabili. L'esperienza ha insegnato all'agronomo di fare a questo riguardo una differenza; in dritta regola egli non concima un campo di trifoglio con materie ricche di azoto, perchè la produzione del trifoglio ordinariamente non ne viene sensibilmente aumentata, mentre i suoi campi di frumento concimati con siffatte sostanze gli fruttano raccolte vantaggiose. Ed è per ciò che l'agronomo si serve delle piante da foraggio come di mezzi per aumentare la fertilità dei suoi campi da frumento.

Le piante da foraggio, che prosperano senza concime ricco di azoto, si appropriano dal suolo e condensano dall'atmosfera, sotto forma di elementi del sangue e della carne, l'ammoniaca affluente da queste sorgenti. L'agronomo nutrendo con queste piante da foraggio, col trifoglio, con le rape ec., i suoi animali bovini, le sue pecore ed i suoi cavalli, riceve negli escrementi solidi e fluidi di essi l'azoto del foraggio sotto forma di ammoniaca e di prodotti ricchi di azoto, e, con ciò, un soprappiù di concime ricco di azoto, ovvero un soprappiù di azoto che somministra ai suoi campi da frumento.

L'azoto con cui l'agronomo concima i suoi campi di grano, trae sempre la sua origine dall'atmosfera; in ogni anno egli esporta una certa quantità di azoto del suo stabile sotto forma di animali da macello, di grano, di formaggio o di latte; ma il suo capitale attivo di azoto si conserva e si aumenta ogni qualvolta, per la coltura di piante da foraggio, nelle debite proporzioni, sappia surrogare ciò che ne ha sottratto.

Nelle zone temperate le piante annuali sono quelle che ordi-

nariamente producono gli alimenti dell'uomo; ed è un problema dell'agronomo il ricavare dal suolo, la mercè di queste piante, tanto di sostanze alimentari per l'uomo, quanto ne fornisce per gli animali una superficie eguale di terreno posta a piante perenni. Per l'animale che non può provvedersi da sè ne ha cura la natura, mentre l'uomo per l'assicurazione della propria esistenza ebbe in dono di potere assoggettare a se, onde provvedere ai suoi bisogni, le leggi della natura come tanti servi.

Il miglior campo da frumento, che sia stato concimato, non produce in elementi del sangue e della carne più di un buon prato che non ha ricevuto concime contenente azoto; se il campo da frumento non fosse stato concimato ne avrebbe prodotto meno del prato.

Ciò che alle piante granifere manca in tempo per poter ricevere i loro alimenti atmosferici dalle sorgenti naturali onde produrre il massimo di grano e di paglia, e ciò che le scarse foglie durante la loro breve vita non possono appropriarsi dall'aria, l'agronomo lo somministra loro per le radici. A ciò che in alimenti atmosferici le piante ricevono in otto mesi, e che le piante coltivabili, limitate a un periodo di assimilazione di quattro e di sei mesi, non possono ricevere dall'aria, l'agronomo supplisce dunque per mezzo del concime; egli ottiene che le piante granifere ritrovino così, durante la loro vita più breve, altrettanto di azoto atto a poterselo assimilare e ritenere, quanto ne ricevono dalle sorgenti naturali le piante del prato. E però l'effetto dei concimi ricchi di azoto e la loro utilità nei singoli casi si spiegano da ciò, che l'agronomo, a certe piante di cui le foglie e radici debolmente si sviluppano e il periodo di vegetazione dura poco, adduce nelle *quantità*, nel concime, ciò che loro manca nel *tempo* perchè potessero ricavarlo dalle sorgenti naturali.

Non in tutti i casi l'agronomo somministra, sotto forma di ammoniaca, l'azoto con cui egli feconda i suoi campi di frumento, e che sotto quella forma si ritrova negli escrementi putrefatti degli uomini e degli animali. Spesso egli per questo adopera sostanze ricche di azoto come le corna, raspature di corna, sangue disseccato, ossa fresche, la farina di quei pani provvenienti dall'estrazione dell'olio dei semi di rapa, ed altre simili.

Noi sappiamo che queste sostanze, come tutte le sostanze ricche di azoto provenienti dagli animali o dalle piante, subiscono a poco a poco nel suolo il processo di eremacausia, che il loro

azoto si converte man mano in acido nitrico ed in ammoniaca, e che quest' ultima viene assorbita e ritenuta dalla crosta arabile.

In tutti i casi in cui l'ammoniaca come ammoniaca ha una influenza sulla produzione di un campo, le sopraddette sostanze, rispetto al loro contenuto di azoto, producono un effetto del tutto simile a quello dell' ammoniaca, con la sola differenza però, che esso è più lento che in quest' ultima, imperocchè le dette sostanze, a norma della facilità con cui si decompongono nel suolo, abbisognano di un certo tempo affinchè l'azoto in esse contenuto possa effettuare il suo tramutamento in ammoniaca; il sangue e la carne disseccati, come pure gli elementi della farina dei semi di rapa, agiscono più prontamente che la colla delle ossa, e questa più prontamente che le sostanze cornee, comechè minutamente triturate.

LETTERA XLIII.

Le esperienze fatte da Kuhlmann, da Schattenmann e da Lawes si accordano nell' attribuire ai sali ammoniacali un' influenza preponderantemente benigna sopra lo sviluppo dei culmi e delle foglie; e qualora una tale influenza si estenda nello stesso modo sopra gli organi sotterranei, sulle radici, facilmente si verificherà, che l'effetto dell' ammoniaca favorisce e mantiene lo sviluppo di quegli organi destinati a ricevere la nutrizione, e che i detti sali, somministrati a tempo debito, aumentano il numero delle foglie e delle fibre delle radici.

Questa circostanza spiega quei benefici effetti che i concimi ricchi di ammoniaca esercitano sulla vegetazione nella primavera, mentre la loro influenza, per altro sotto le stesse circostanze, non è che di poco momento nell'estate. Ed infatti, se nel primo periodo del suo sviluppo la pianta si ritrova di aver acquistato un numero corrispondente di foglie e di fibre radicali, un' aggiunzione prolungata di ammoniaca, non mancando gli altri alimenti

nel suolo, non potrà essere di gran giovamento per la ulteriore formazione della pianta, imperocchè le fogiie esistenti ricevono allora, e sono atte a potere appropriarselo dall'aria, tutto ciò che di alimenti ricchi di azoto loro abbisogna per la formazione dei semi. Nell'estate più che nella primavera, ch'è meno calda, l'aria contiene del vapore acqueo; e poichè, secondo tutti gli esperimenti fatti a quest'uopo, il contenuto di ammoniaca cresce nell'atmosfera in ragion della temperatura e della quantità di umido in essa contenuta, le piante trovano così nell'aria una quantità maggiore di ammoniaca in tempo di estate anzichè in primavera; laonde si può ritenere come di regola, che nella stagione fredda le piante sieno più dipendenti da una aggiunzione di ammoniaca del suolo di quello che lo sieno nella stagione calda, ossia che l'uso dei concimi ricchi di azoto apportino alle piante il maggior utile quando vengono loro somministrati in primavera.

Come esperienza quasi generale si è trovato, nella Scozia ed in Inghilterra, che i fosfati terrosi non bastino sempre ad una buona e sicura raccolta di rape; quando si seminano in maggio devesi somministrar loro nel tempo stesso anche del concime ricco di ammoniaca, mentre le rape seminate alla metà di giugno allignano egualmente bene sia concimate con i soli fosfati, sia coi fosfati uniti all'ammoniaca.

Da ciò con bastevole esattezza si fanno determinare i casi in cui l'ammoniaca produce effetti a dirittura nocivi; e però mentre un concime ricco di azoto agevola e prolunga la vegetazione del cavolo cappuccio, così abbondante di foglie, lo stesso concime impedisce lo sviluppamento delle radici della barbabietola; piantata in luoghi ove stavano mucchi di letame, spesso la bietola non caccia che steli e foglie; nelle medesime condizioni la romice caccia più forti le sue radici, comechè il tempo della fioritura di questa pianta venga trattenuto e ritardato.

Affinchè una pianta cacci fuori e porti semi, sembra essere condizione per molte specie di esse che l'attività delle foglie e delle radici arrivi ad un certo limite, ad un certo punto di riposo; soltanto giunta a questo punto l'attività vegetativa sembra poter prendere definitivamente una nuova direzione; i succhi presenti, qualora non sieno impiegati per servire alla formazione di nuove foglie e radici, servono d'allora in poi a formare i fiori ed i semi.

La mancanza della pioggia, e per essa il difetto nell'aggiun-

zione degli alimenti, limita la formazione delle foglie ed accelera la fioritura in molte piante. Un tempo secco e fresco accelera la formazione dei semi. Nei climi caldi ed umidi, i cereali seminati in estate portano pochi semi o non ne portano affatto ; e sopra un suolo povero di ammoniaca le piante a radici esculenti fioriscono e portano semi assai più facilmente che sopra un suolo ricco di ammoniaca. Perciò l'agronomo, volendo far uso di concime molto ricco di azoto, deve aver sempre presente lo scopo che egli intende di raggiungere. E come all'animale, che vogliamo ingrassare e mantener sano nel tempo stesso, non diamo più foraggio di quello che esso ogni giorno può digerire, così pure dovremmo procedere rispetto alle piante.

Il concime deve sempre avere una composizione tale da poter somministrare alla pianta in ogni periodo della sua crescenza la giusta dose di alimenti. E però le piante che vegetano molto tempo, o non hanno affatto bisogno che loro venisse addotto concime ricco di azoto, o ne hanno bisogno in minor quantità delle piante di più breve durata vegetativa. Per le piante che rigogliosamente e con rapidità si possono sviluppare e che hanno il più breve periodo vegetativo, i concimi concentrati sono da preferirsi a quelli che non cedono se non lentamente i loro principî efficaci. Nelle contrade secche il frumento vernereccio alligna senza ulteriore concimazione dopo il trifoglio, mentre d'ordinario il frumento seminato in primavera riceve sommo vantaggio dall'applicazione del guano del Perù o del nitro del Chilì.

La coltura ripetuta di una medesima pianta sopra uno stesso campo non rende perciò non adatto questo campo alla coltura di questa pianta, ogni qualvolta esso possegga in copiose quantità le condizioni chimiche della vegetazione di quest'ultima e le proprietà fisiche nelle forme richieste. Se la pianta sopra un campo di tal fatta dopo tre o quattro anni più non prospera, ciò non avviene perchè vi ha difetto delle condizioni necessarie per la sua vita, che abbiamo già ammesse come preesistenti, ma bensì perchè più cause si sono riunite ad impedirne il perfetto sviluppo.

Tutti gli alimenti delle piante sono combinazioni chimiche che in virtù delle loro proprietà producono certi effetti sulla sostanza delle cellule e degli organi più sottili delle foglie e delle radici, per mezzo di cui le piante si appropriano i loro alimenti; quanto più la quantità di questi si aumenta, tanto più energico ne diviene il loro effetto chimico; e qualora in una certa propor-

zione venissero somministrate alle piante, queste intristiscono e finalmente muoiono.

In un'aria che oltre ad un dato limite contenesse dell' ammoniaca libera, ancorchè ciò fosse solo in quantità minime, molte piante vi muoiono come colpite da un soffio velenoso, e simili effetti, quantunque in un grado inferiore, produce anche l'acido carbonico; altre piante muoiono in un suolo bagnato con deboli soluzioni di alcali liberi, o di terre e sali alcalini.

Nella natura noi troviamo la mirabile legge, che la crosta arabile, in forza delle proprietà chimiche e fisiche che le sono proprie, paralizza perfettamente gli effetti chimici che le sostanze alimentari producono sopra le succhianti radici. L'ammoniaca libera, gli alcali e le terre alcaline libere, vengono fissate dalla crosta suddetta, e perdono oltre il loro potere dissolvente anche il carattere chimico nocivo alle piante. La pianta presceglie quello che le abbisogna per la sua esistenza, senza che ciò facendo si trovi impedita da influenze estrinseche che potessero mettere in pericolo il suo prospero sviluppamento.

Egli è chiaro da ciò, che il suolo debba per necessità possedere una tale natura chimica neutra come prima condizione dello stato normale e delle funzioni delle radici. Queste condizioni variano per le diverse specie di piante; l'una di esse abbisogna delle parti costituenti dell'acqua fresca sorgiva; le altre non allignano se non nelle paludi; ve ne sono di quelle che vogliono terre ricche di acido carbonico e di altri acidi, mentre altre prosperano esclusivamente sopra campi che contengono una soprabbondanza di terre alcaline.

Per l'opera stessa della coltura viene alterata la natura del suolo, non solamente in quanto che nelle raccolte gli vien tolta una parte delle materie attive, ma anche per ciò che esso da molte piante, dai residui cioè delle loro radici, acquista in una maggiore proporzione le sostanze ricche di carbonio e di azoto. L'arricchirsi del suolo di materie organiche sembra essere per molte piante una cagione d'intristimento e di morte. Molte specie di rape, e il trifoglio, non prosperano più sopra campi di tal fatta, e molte erbe non vi si possono mantenere affatto e muoiono tutte ben presto.

Spesse volte si è osservato, in Inghilterra, che la barbabietola, qualora si coltivi sopra uno stesso campo ad intervalli di tempo troppo brevi, soggiace ad una particolare malattia che si

manifesta in una formazione straordinaria di radici; invece di formare un solo ceppo del peso di più libbre, rotondo, carnoso e tuberoso, che caccia singole fibre radicali diffondendosi nel suolo, la radice primaria si divide in molte radici longitudinali cauliformi, dure e legnose e della mezza grossezza di un dito. Questa malattia insita nella costituzione del suolo viene allontanata la mercè di una forte concimazione con della calce calcinata; ma è certo però che la calce non produce il cennato effetto perchè il suolo ne era in deficienza, per la ragione che somministrandola al campo come gli altri concimi nel tempo della seminazione non produce alcun'effetto, e solo dopo uno o due anni esso si rende visibile. Per operare un utile cambiamento nella costituzione di un campo fa evidentemente mestieri che la calce penetri ad una certa profondità nel suolo, ed a ciò si richiede un tempo considerevole.

La mercè della semplice concimazione col fosfato acido di calce, escludendo qualsisia concime organico, Lawes riuscì per nove anni consecutivi a coltivare barbabietole, ottenendo nel nono anno una raccolta di 187 cantaia di radici (1).

Una crosta arabile ricca di sostanze organiche cede all' acqua piovana che vi s'infiltra una materia che colora l'acqua in bruno e le partecipa delle volte una reazione acida. Se una terra di tal fatta vien mischiata con alquanto di calce viva, la sostanza organica perde la sua solubilità nell'acqua e la sua diffusibilità nel suolo. La calce decompone le sostanze organiche, e per la sua presenza il processo della putrefazione di queste, nocivo alle piante, si converte in un processo di eremacausia ch'è loro più favorevole.

Un contenuto di materie organiche in un suolo ricco di silicati fa sì, che l'acqua fluente su questo suolo disciolga una quantità molto più grande d'idrati di silice di quello che fosse giovevole a talune piante e propriamente al processo di assorbimento che si opera nelle radici. Questa proprietà vien distrutta dalla calce; per la sua diretta reazione sui silicati, una certa quantità di potassa diventa finalmente libera ed atta a diffondersi nella crosta arabile. Il cedrangolo alligna e resiste sopra campi che sono ricchi di calce. Certo è che la calce in un suolo di tal fatta non giova alle piante di cedrangolo perchè queste pei loro fini vitali abbisognas-

(1) L'autore non definisce la superficie del suolo su cui Lawes praticò questo sperimento, ma a quanto pare dovrebbe essere un *acre*. — *Trad.*

sero di una quantità maggiore di calce che le altre piante che prosperano sopra dei suoli molto più poveri di calce, ma la causa del perchè una maggior quantità di calce sia necessaria devesi ricercare in ciò, che la calce distrugge talune malignità che per la lunga durata di questi vegetabili sopra uno stesso suolo vi si accumulano man mano.

Si capisce quindi di per sè, che in moltissimi casi, in cui una stessa specie di piante sopra uno stesso suolo non vuole più allignare, non sia ciò il solo effetto dell'anzidetta accumulazione, ma che come causa più prossima del non prosperare si debba ritenere l'esservi un difetto di alimenti o in generale o nelle giuste proporzioni. Il dover prendere ragione di tante cause che pongono ostacolo, o che favoriscono la prospera vegetazione delle piante, fa sì che l'agricoltura è la più difficile di tutte le industrie.

Sopra i campi che portano piante perenni, di cui le radici non si approfondiscono molto nel suolo, si accumulano a poco a poco malignità consimili che pregiudicano alla prosperità delle future generazioni delle piante; e qualora ben si ponderino tutte le influenze, l'adacquamento dei prati con acqua che dolcemente vi scorre sopra sembra di avere tra gli altri lo scopo importante, di allontanare queste malignità per virtù dell'ossigeno che sciolto nell'acqua penetra nel suolo e dell'acido carbonico che in questo si ritrova, e di stabilirvi uno stato simile a quello che i campi acquistano per mezzo di un'aratura diligentemente praticata. Dall'analisi dell'acqua che scorre da questi prati facilmente si può vedere che la medesima ne tolga e vi apporti le stesse quantità di sostanze minerali e di ammoniaca. Ben si comprende che qui non si parla di prati concimati con brodiglie di letamaio, o che vengono adacquati dalle acque scolanti dalle città, acque che contengono abbondantemente le sostanze alimentari delle piante, imperocchè in queste acque cooperano ad aumentare il prodotto dei prati due cause, di cui l'una (l'aggiunzione di alimenti minerali e di ammoniaca), nelle ordinarie acque sorgive e in quella delle correnti, è da considerarsi come non esistente.

LETTERA XLIV.

Le piante che l'agronomo coltiva sopra i suoi campi, le culmifere, le rape e le tuberose, in quanto al ricevere i loro alimenti non combustibili, si comportano in un modo tutto loro proprio. Mentre le piante marine, dal mezzo ambiente, ricevono in istato di soluzione delle dette sostanze solo quanto ne fa loro bisogno, l'acqua che penetra il suolo fertile non adduce alle radici delle piante terrestri alcuno dei tre più importanti ed essenziali alimenti, nè acido fosforico, nè potassa, nè ammoniaca. La crosta arabile non cede da sè all'acqua nessuna di queste sostanze alimentari, e però il loro passaggio nell'organismo sotto la cooperazione dell'acqua si effettua direttamente per mezzo degli organi succhiatori che si trovano posti nel suolo. Le radici sottraggono queste sostanze alle parti della crosta arabile che sono penetrate dall'acqua e si ritrovano in contatto con la loro succhiante supercie; laonde perchè la pianta possa raggiungere il suo pieno sviluppo, dovrà trovare in queste parti indispensabilmente la intera quantità che le abbisogna di siffatte sostanze, e ciò perchè la radice non può riceverle dalle altre parti che non vi si trovano a contatto.

Ma se la nutrizione non si muove per andare incontro alla radice, la radice dovrà di necessità andare in cerca della nutrizione.

Il suolo, come è naturale, non può cedere di sostanze alimentari alla pianta più di quello che egli stesso ne possiede; non è la somma di queste sostanze esistenti nel suolo che costituisce una misura della sua fertilità, ma bensì questa ultima dipende dalle parti della somma che si ritrovano contenute nelle minime particelle della crosta arabile, giacchè queste solamente possono venire in contatto con la radice.

Un pezzo di osso del peso di un'oncia(=30,000 milligr.) entro un piede cubico di terra non esercita alcun effetto sensibile sulla fertilità della medesima; ma se questi 30,000 milligr. di fosfato di calce vengono ridotti in polvere, e frammischiati uniformemente in tutte le parti della terra sopperiscono all' alimentazione

di 120 piante di frumento, dieci mila milligr. di sostanze alimentari con una superficie di 100 millimetri quadrati non sono, per un tempo eguale, più efficaci di dieci milligr. che presentassero la stessa superficie. Di due campi che contengono quantità eguali di sostanze nutritive, l'uno può essere fertilissimo, mentre sull'altro le piante non allignano, e ciò perchè nel primo gli alimenti si ritrovano diffusi e ripartiti più uniformemente che nel secondo.

L'aratro ordinario taglia e rivolta il terreno senza mischiarlo e non fa se non smuovere alquanto il luogo ove erano cresciute le piante; la vanga taglia, rivolta e mischia.

Una pianta di patata, di rapa o di frumento, non alligne rà nel medesimo sito ove nell'anno antecedente la stessa pianta ha vegetato, se il suolo nelle parti con le quali le radici delle piante erano in contatto non contiene più sostanza alimentare, o se ne contiene solo un residuo che non è sufficiente. Le radici delle piante che son poste dopo non ritrovano, in tutti questi siti, alcuna o solamente una difettosa quantità di nutrimenti; qualunque altro punto n'è più ricco.

Siccome le minime particelle degli alimenti per loro stesse non possono abbandonare il sito in cui dalla crosta arabile si ritrovano ritenute, ben si comprende quale straordinaria influenza sulla fertilità, o sui prodotti di un terreno, debba necessariamente esercitare il trattamento meccanico del suolo, il suo intimo trituramento e rimescolamento fatti con diligenza.

Tra tutte le difficoltà che deve l'agronomo cercar di superare, questa certo è la più grande. Perchè un campo potesse fornire una raccolta, che fosse corrispondente al suo intiero contenuto di sostanze alimentari, fa mestieri come prima e più importante condizione che sia tale la sua costituzione fisica da permettere anche alle più sottili radicelle l'accesso ai punti ove si ritrovano gli alimenti; il suolo non deve contrariare per la sua compattezza che esse si allarghino. Le piante munite di radici sottili e delicate non si possono affatto trovar bene in una terra tenace e pesante, anche quando sia ricca di sostanze alimentari; e ciò spiega in modo semplicissimo uno dei tanti favorevoli effetti prodotti dal sotterramento di piante verdi come concime, e la preferenza che in molti casi gli agronomi danno al letame fresco sul già corroso.

E di fatti, la condizione meccanica del suolo si cambia in modo sensibile la mercè del sotterramento di piante e di parti delle piante. Per tal modo una terra compatta perde la sua tenacità, e

diventa cedevole e frantumabile più che per l'opera dell'aramento meglio eseguito. In un suolo sabbioso e sciolto le parti acquistano quel giusto legame che occorre. Ogni stelo della pianta verde sotterrata come concime, nel decomporsi, apre alle radici della pianta granifera un veicolo, un meato, per cui si possono espandere in tutte le direzioni ed andare in traccia del loro nutrimento. Oltre agli elementi combustibili, il suolo non riceve dalle piante verdi, usate come concime, cosa alcuna che non abbia di già prima posseduto; e se le piante non contenessero pure gli alimenti minerali, le parti combustibili di esse rimarrebbero di per sè stesse senza produrre alcun effetto sopra l'incremento del ricolto.

Niuna delle tre sostanze alimentari le più essenziali delle piante si ritrova nel suolo in uno stato in cui di per sè vi si potesse disciogliere, e niuno di tutti i mezzi usati dall'agronomo per renderle utili alle sue piante toglie alla crosta arabile la proprietà di fissare le sostanze in parola, o di sottrarle ad un liquido in cui si ritrovassero disciolte. Tutti questi mezzi ad altro non servono se non a diffonderle uniformemente nel suolo e di renderle accessibili alle piante.

Un' ettara di buona terra da frumento (= 1 milione di decimetri quadrati) produce una raccolta normale di 2000 chilogr. di granelli e 5000 chilogr. di paglia, che insieme contengono 250 milioni di milligr. ossia 250 chilogr. di componenti del terreno. Ogni decimetro quadrato (= 10,000 millimetri quadrati) del campo cede alle piante che vi crescono più di 250 milligr. di parti costituenti delle loro ceneri. In ogni millimetro quadrato scendendo in giù vi si deve ritrovare contenuta una quantità di alimenti corrispondente al bisogno che ne ha ogni singola fibra radicale; qualsiasi parte del suolo che difetta di alimenti non contribuisce più alla nutrizione della pianta granifera. *La quantità di sostanze alimentari che si ritrova esser contenuta in ciascuna parte di un millimetro quadrato, scendendo in giù della sezione verticale del suolo, determina il valore nutritivo di quest'ultimo.* Ogni fibra radicale assorbe, in proporzione della sua sezione trasversale, quello che discendendo in basso incontra sulla via.

Se ammettiamo che la sezione trasversale delle radici di tutte le piante da frumento, le quali crescono sopra un decimetro quadrato del campo, sia equivalente a 100 millimetri quadrati; o pure, che sopra tal superficie vegeti una pianta da frumento, che manda in su due o tre steli e in giù nel terreno cento radici di un

millimetro quadrato di sezione ciascuna, ogni singola radice per poter introdurre nella pianta i 250 milligr. di cui essa abbisogna al suo sviluppo, deve trovare da succhiare 2 milligr. e 1/2 di alimenti minerali. Quindi in ciascuno dei 10,000 millimetri quadrati della superficie, e sopra una profondità che si può ragguagliare a 10 pollici, il suolo deve contenere 2 milligr. e 1/2 di questi principî alimentari, il che fa 25000 milligr. a decimetro quadrato, e per tutto il campo di un'ettara 25,000 chilogr., che è quanto dire 1/2 per cento della massa del suolo calcolata, come si disse, a 10 pollici di profondità.

Un'ettara di campo, la quale dalla superficie in giù non contenesse più di 250 chilogr. di componenti del suolo (ed in questi, 50 chilogr. = 100 libbre di potassa e 25 chilogr. = 50 libbre di acido fosforico), come dalla presente dimostrazione s'inferisce, sarebbe affatto privo di fertilità per una raccolta di frumento, imperocchè se anche la pianta da frumento, invece di 100 radici ne avesse 1000, ognuna della grossezza di una radice di giacinto, non potrebbe ciò non pertanto ricevere dal suolo per mezzo di esse più della decima parte dei detti alimenti che le sono necessari.

Secondo la nostra ipotesi, la quale forse non perviene al suo vero e pieno contenuto, un'ettara di un campo da frumento, perchè potesse somministrare una raccolta normale di frumento, dovrebbe dalla superficie in giù contenere almeno 5000 chilogr. di potassa e 2500 chilogr. di acido fosforico (1).

Se in una raccolta normale, sotto forma di 2000 chilogr. di grano e 5000 di paglia, si fosse sottratta la centesima parte delle sostanze alimentari minerali contenute nel suolo, questo rimane negli anni susseguenti tuttavia fertile per nuove raccolte di frumento, ma il prodotto diminuisce.

(1) Se la quantità di alimenti minerali così piccola (2 grani in un pollice cubico) rispetto alla massa del suolo, si trovasse di esistere chimicamente combinata nella crosta arabile, non potremmo affatto comprendere, come in un simile stato di combinazione si potesse diffondere da per tutto nel suolo ed essere ragginuta e succhiata dalle radici. Il comportamento della crosta arabile di differentissime specie di suoli, rispetto alle soluzioni delle sostanze alimentari in parola, dimostra, che queste ultime vi si ritrovano fisse e contenute come la sostanza colorante sopra le tele tinte, o come nel carbone che ha servito a scolorare un liquido; in peso, una quantità minima di una soluzione colorante basta a poterne coprire una estesissima superficie.

Se il suolo viene diligentemente lavorato e rimescolato, le piante che vi crescono l'anno seguente trovano in ciascun punto una centesima parte di alimenti di meno, e la produzione di granelli e di paglia deve decrescere nella stessa proporzione. Supposte identiche le condizioni dello stato atmosferico, di temperatura e della quantità di piogge, nel secondo anno non si raccoglieranno che 1980 chilogr. di grano e 4950 chilogr. di paglia, ed in ognuno degli anni successivi i fruttati si debbono veder scemare secondo una legge determinata.

Se nel primo anno la raccolta ha estratti 250 chilogr. di parti costituenti delle ceneri, e se il suolo in tutto si trova di contenerne il centuplo (25000 chilogr.) per ogni ettara, a 12 pollici di profondità, dopo il trentesimo anno di coltura rimarranno 18492 chilogr. di alimenti nel suolo.

Qualunque sieno le anormalità che per effetto del clima si potessero avverare quanto al fruttato delle raccolte negli anni interposti, si comprende che sopra questo campo, nel trentunesimo anno, qualora non abbia avuto luogo alcun compensamento, non si potrà ottenere, nel caso più favorevole, che 185/250 = 0,74, ovvero qualche cosa di meno 3/4 di una raccolta normale.

Se queste tre quarte parti di una raccolta normale non somministrano più all'agronomo un sufficiente sopravvanzo dell'introito sopra le spese in guisa che semplicemente coprono queste ultime, si dice che la raccolta non è più *rimuneratrice*, e che il terreno è *spossato* per la coltura di frumento, quantunque di sostanze alimentari contenga ancora *settantaquattro volte* più di quello che ne occorrerebbe per una raccolta normale annua. La somma intera produceva l'effetto che nel primo anno; ciascuna radicella ritrovava, nelle parti del suolo con cui veniva in contatto, la quantità di elementi dello stesso che al loro pieno sviluppo era necessaria, e le raccolte susseguenti ebbero per effetto che alla fine del trentesimo anno di tali elementi non rimasero altro nel suolo che le 3/4 dell'intera quantità.

Un campo spossato per la coltura del frumento può dare raccolte rimuneratrici di segala.

Una raccolta normale di segala (= 1600 chilogr. di granelli e 3800 chilogr. di paglia) sottrae ad un suolo di un'ettara di superficie solamente 180 chilogr. di principî incombustibili, ossia 180 milligr. da ciascun decimetro quadrato.

Se il suolo del campo da frumento di sopra citato, onde po-

ter somministrare una raccolta normale di frumento, doveva contenere 25000 chilogr. di parti costituenti delle ceneri delle piante di frumento, lo stesso suolo se non ne contenesse che 18000 chilogrammi sarebbe ciò non ostante ricco a sufficienza per produrre una raccolta normale e una serie di successive raccolte rimuneratrici di segala.

Secondo il nostro calcolo, un campo spossato per la coltura del frumento contiene sempre ancora 18,492 chilogr. di parti costituenti del suo suolo, le quali per la loro composizione sono identiche a quelle che fanno mestieri alla pianta di segala.

Ma se ora si ricerca dopo quanti anni di coltura la raccolta normale della segala sarà ridotta ai tre quarti, pel consumo dei componenti alimentari del terreno, si trova che tal coltura potrà ripetersi per 28 anni, dopo i quali il suolo non darà più raccolte rimuneratrici; esso sarà spossato per questo cereale; ma vi rimangono però sempre 13,689 chilogr. di principi alimentari incombustibili.

Un campo che non produce più raccolte rimuneratrici di segala non è per questo divenuto infertile per la pianta di avena.

Una raccolta media di avena (=2000 chilogr. di granelli e 3000 chilogr. di paglia) sottrae al terreno 310 chilogr. di principi alimentari non combustibili, ossia 60 chilogr. più di una raccolta di frumento, 130 chilogr. più di una di segala.

Se lo sviluppo della superficie succhiante delle radici della pianta di avena fosse eguale a quello della pianta di segala, l'avena dopo la segala non potrebbe più fornire raccolte rimuneratrici; imperocchè un suolo contenente una provvisione di 13,869 chilogr. di alimenti minerali, il quale ne cede 310 chilogr. per una raccolta di avena, perde con ciò 2,23 per cento del suo contenuto di parti costituenti delle ceneri; e mentre, come abbiamo supposto, le radicelle della segala gliene sottraggono solamente uno per cento, esso ne perde 2,23 per la coltura della pianta di avena. Ciò può avverarsi solamente se la superficie delle radicelle dell'avena è 2,23 volte più estesa di quella della segala.

Le raccolte di avena esauriranno perciò più sollecitamente il suolo; e dopo un periodo di 12 anni e nove mesi la raccolta normale si dovrà ritrovare per necessità ridotta ai tre quarti.

Niuna di tutte le cause che sono valevoli a poter diminuire o aumentare il fruttato di un campo esercita una influenza sopra questa legge dello spossamento del suolo la mercè della coltura.

Se la somma delle sostanze alimentari si ritrova di esser diminuita di un determinato numero di parti, il suolo cessa di essere fertile, *nel senso agronomico*, per una pianta da coltura. Se per la incorporazione nel suolo di sostanze alimentari atmosferiche, di materie organiche e di sali ammoniacali, per una serie di anni la produzione si ritrovi di essere stata accresciuta, lo stato detto spossamento si presenta *più presto*; per gl'impedimenti e per le resistenze nell'assimilazione degli alimenti la rendita diventa minore, ed il termine dello spossamento si presenterà allora *più tardi*.

Una legge di tal fatta esiste per ogni pianta coltivabile.

Questo stato di spossamento subentra inevitabilmente ancorchè nelle vicendevoli colture fosse stata tolta una sola di tutte le varie sostanze minerali necessarie per l'alimentazione delle piante, e ciò perchè quest'una che manca in tutto, o in parte, fa sì che tutte le altre sieno di niuno effetto, ovvero toglie ad esse la loro efficacia.

In ciascun frutto, in ogni pianta, o parte di pianta che si porta via da un campo, il suolo perde una parte delle sue condizioni di fertilità, perde cioè la facoltà di riprodurre tale pianta o parte di pianta dopo un periodo di anni. Mille granelli di frumento richiedono dal suolo mille volte più di acido fosforico che un solo granello, e mille steli mille volte più di acido silicico che un solo stelo; se nel suolo vien meno la millesima parte di acido fosforico e di acido silicico, non si formano che 999 granelli e 999 steli. Un solo stelo di una pianta cereale, il quale viene asportato dal campo, fa sì che questo non può fornirne più un altro simile.

Se vero è che le parti costituenti delle ceneri delle piante culmifere sono indispensabili al loro sviluppo, e che debbono venir loro somministrate dal suolo se la pianta ha da crescere e da allignare; se vero è che tra queste parti costituenti delle ceneri, *la potassa*, *l'acido fosforico* e *l'acido silicico*, non vengono addotti sotto forma di soluzioni alle piante, se ne inferisce per se stesso, che un'ettara di terreno, la quale contenesse 25,000 chilogr. di parti costituenti delle ceneri del frumento, diffuse in modo uniforme ed in uno stato che le rende perfettamente atte ad essere assorbite dalle radici delle piante, che questa ettara di terreno, qualora la uniforme miscela ne fosse stata mantenuta la mercè delle più diligenti arature e di tutti gli altri mezzi che servono a ciò, possa fino a un certo limite, anche non ricevendo verun compenso per le parti costituenti del suolo che sotto forma di grano e di paglia gli vennero tolte, somministrare una serie di raccolte

rimuneratrici di cereali, di cui il modo di succedersi è determinato da ciò che la seconda pianta riceva meno dal suolo che la prima, ovvero che la seconda possegga un numero maggiore di radici o in generale una maggiore superficie radicale succhiante. E però dalla raccolta normale nel primo anno le raccolte successive andrebbero declinando di anno in anno.

Per l'agronomo che vede le raccolte normali uniformi essere delle eccezioni, e regola un'alternazione condizionata dallo stato atmosferico che predomina in ogni anno, questo continuo declinare difficilmente sarebbe stata cosa da risentirsene e ciò neanche se il suo campo avesse di fatti avuta una composizione chimica e fisica talmente favorevole, che per settant'anni egli avrebbe potuto coltivarvi frumento, segala ed avena, senza compensarlo in modo alcuno delle asportate parti costituenti del suolo.

Ricolte buone che si avvicinano alla raccolta normale, negli anni favorevoli, si sarebbero alternate con raccolte cattive, ma sempre la proporzione di queste ultime rispetto alle prime sarebbe a mano a mano cresciuta.

La maggior parte delle terre coltivabili di Europa non possiede la qualità fisica che pel caso da noi contemplato abbiamo supposto possedere il nostro campo.

In pochissimi campi tutto l'acido fosforico di cui abbisognano le piante si ritrova di essere diffuso nelle condizioni di efficacia ed accessibile alle radici delle piante; una parte di esso vi è semplicemente ripartita sotto forma di piccoli granelli di apatite (fosfato di calce), ed ancorchè il suolo ne contenesse in complesso una proporzione più che sufficiente, ciò non pertanto nelle singole particelle del suolo si ritrova essere contenuto in talune più in altre meno di quello che fa bisogno alla pianta. I lavori meccanici del suolo possono spostare questi granellini di fosfato di calce, ma non li possono diffondere, imperocchè onde ne venga effettuata la diffusione fa d'uopo che intervenga *un'azione chimica.*

Dopo ciascuna raccolta di segala o di avena rimane nel suolo una quantità notevole di radici, delle quali per altro dopo un anno o due non rimane più traccia. Noi sappiamo ciò ch'è avvenuto della sostanza organica di queste radici; essa ha sofferto il processo di eremacausia (combustione lenta); gli elementi delle radici si sono uniti all'ossigeno, il loro carbonio si è convertito in acido carbonico, il quale si accumula nell'aria racchiusa entro la

crosta porosa del terreno; la qual cosa ci vien comprovata dall'analisi chimica dell'aria suddetta.

Quando l'acqua piovana cade sopra questo suolo, essa discioglie parte di cotesto acido carbonico, e così acidulata acquista la proprietà di disciogliere il fosfato di calce. Quest'acqua acidulata di acido carbonico non sottrae alla crosta arabile il fosfato di calce che si è in essa incorporato, ma ovunque trova granelli di apatite o di fosforite ne discioglie una certa quantità, poichè in questi granelli non esiste alcuna causa di resistenza contro l'azione dell'acqua; oltre l'attrazione che questa esercita sulle particelle del fosfato di calce, non vi si trova altra estrinseca attrazione che ne impedisca la solubilità nell'acqua.

Sotto tali circostanze si dovrà dunque formare una soluzione di fosfato di calce, che dal granello di roccia da cui proviene si spanda intorno per tutti i versi nella crosta arabile; ovunque una tale soluzione incontra quest'ultima che *non* si trovi già satura di acido fosforico, la terra fisserà una parte del fosfato di calce che le è addotto; *la parte* della crosta arabile *che se ne satura* non opporrà certo alcun ostacolo al diffondersi della soluzione in simili circoli più ampi.

Nello stesso modo si effettuerà pure la diffusione dell'acido silicico e della potassa nel suolo, quando questo contenga silicati disgregabili la mercè dell'acido carbonico. Intorno a ciascuna piccola particella del silicato si formerà allora una soluzione satura di silicato di potassa, i cui componenti vengono fissati prima dalle parti che più son prossime, e poi dalle più distanti della crosta arabile. Affinchè però la diffusione di queste sostanze alimentari nell'anzidetto modo si possa effettuare, si richiede necessariamente un certo tempo.

Or supponiamo che il nostro campo, oltre i 25,000 chilogr. di sostanze elementari delle ceneri del frumento esistenti allo stato di perfetta ed eguale diffusione, contenesse altre cinque, dieci o più migliaia di libbre delle stesse sostanze alimentari distribuite in modo *non uniforme*, l'acido fosforico in forma di *apatite*, l'*acido silicico* e la potassa in forma di *silicati* solubili, e che in forza del processo chimico di sopra citato avvenisse che in ogni due anni si sciogliesse e diffondesse nel suolo tale quantità di questi elementi, che le radici delle piante ne trovassero in ogni parte della crosta arabile la stessa proporzione come nel precedente anno di coltura, che ne reintegrasse cioè la quantità richiesta per

una completa raccolta normale, è chiaro che in tal caso potremo ottenere raccolte normali complete per una serie di anni, se *fra ciascun anno di raccolta facessimo intercedere un anno di maggese.* Invece di trenta raccolte sempre declinanti in trent'anni, avremmo in sessanta anni trenta raccolte normali complete, ogni qual volta la quantità di acido fosforico, di acido silicico e di potassa superante nel suolo avesse potuto bastare fino a quel tempo per compensarne tutte le parti del suolo delle perdite che in ciascuna coltura annua era stata loro cagionata. Ma finita che sia l'esuberanza da noi supposta delle sostanze alimentari, comincerebbero per questo campo le raccolte declinanti, ed *un novello intercalare degli annui maggesi non eserciterebbe più nessuna influenza onde far sì che queste raccolte si aumentassero.*

Ma se, invece, la supposta esuberanza di acido fosforico, di acido silicico e di potassa si fosse trovata nel campo diffusa non già *in modo ineguale*, ma *egualmente* e da per tutto nello stato in cui è *perfettamente accessibile* alle radici delle piante e buona alla loro nutrizione, avremmo allora ottenute sopra questo campo *trenta piene raccolte*, in trent' anni successivi, *senza che s' interponessero maggesi.*

Ritorniamo ora al nostro campo contenente, come di sopra abbiam detto, 25,000 chilogr. di parti costituenti le ceneri del frumento distribuiti nel modo più uniforme e nello stato adatto all'assimilazione; supponiamo il caso che in ciascuna raccolta si tolgano soltanto le granella dagli steli, si lasci tutta la paglia sul campo e si sotterri subito di bel nuovo; la perdita che il campo soffre in tali anni è minore di quel ch'era prima, imperocchè tutte le parti costituenti degli steli e delle foglie sono rimaste al campo e noi ci ritroviamo di averne sottratte le sole parti costituenti delle granella.

Tra le parti costituenti che lo *stelo* e le *foglie* hanno ricevute dal suolo vi si ritrovano tutte le parti costituenti minerali dei *semi*, solo però in proporzioni diverse. Se col numero 3 si volesse dinotare la quantità totale di acido fosforico portato via dal campo sotto forma di grano e di paglia, la perdita resterebbe eguale a 2 quando la paglia vi fosse lasciata. La *declinazione* dei prodotti del campo in ciascuno degli anni successivi sarà sempre in proporzione della *perdita* degli elementi del suolo da esso sofferta nelle ricolte antecedenti. La prossima raccolta di grano sarà alquanto più grande di quella che sarebbe stata se al campo non si fosse

lasciata la paglia; la produzione sarà pochissimo differente in quanto alla paglia in confronto a quella dell'anno precedente, perchè le condizioni del formarsi della paglia sono rimaste quasi del tutto inalterate.

Siccome nel caso supposto, il depauperamento del suolo è minore, cresce quindi il numero delle raccolte rimuneratrici, ovvero la quantità totale del grano prodotto nella serie intera delle raccolte. Una parte dei componenti della paglia si converte in componenti dei semi, e viene esportata sotto tal forma dal campo. Il periodo dello esaurimento giunge *più tardi* sotto queste condizioni, ma però arriva *sempre*. Le condizioni del riprodursi del grano continuano a declinare, perchè le sostanze esportate sotto forma di grano non furono al suolo restituite.

Se la paglia fosse stata tagliata, posta sopra carriuole e tirata intorno al campo; o pure se prima fosse passata per le stalle servendo di lettiera al bestiame, e dipoi sotterrata, nulla avrebbe ciò contribuito a far cambiare quella proporzione, imperocchè tutto quello che in tal modo si sarebbe riportato al campo gli era stato tolto, e però non lo arricchiva di niente. Or riflettendo, che le parti combustibili della paglia *non* furono somministrate dal suolo, troveremo che rimanendo la paglia sul campo altro non vi rimane propriamente se non le sole parti costituenti le ceneri della paglia. Il campo rimase perciò alquanto più fertile perchè gli venne così ad esser tolto di meno.

Ma se unitamente alla paglia si fosse sotterrato anche il grano o le parti componenti le ceneri di esso, o se invece del grano fosse stata restituita al campo una quantità corrispondente di un altro seme che contiene gli stessi componenti di quello, come sarebbe la farina de' pani di semi di colsat dai quali si è spremuto l'olio grasso, la composizione del suolo sarebbe rimasta la stessa come prima della raccolta, e nell'anno seguente si sarebbe ottenuta anche la stessa quantità di prodotti.

Se dopo ciascuna raccolta nel modo detto di sopra vien restituita la paglia al campo, ne conseguirà una ineguaglianza nella composizione delle parti componenti efficaci della crosta arabile.

Noi abbiamo supposto che il nostro suolo si fosse trovato di contenere, nelle giuste proporzioni per la formazione degli steli, delle foglie e del grano, le parti costituenti minerali della pianta intiera di frumento; ora, lasciando al campo le parti minerali necessarie per la formazione della paglia, mentre quelle del gra-

no ne furono continuamente asportate, la quantità delle parti minerali costituenti della paglia si accumulava rispetto a quelle del grano contenute ancora nel suolo. E però il campo conservò la sua fertilità per la paglia, ma le condizioni della formazione dei semi diminuirono.

Da siffatta ineguaglianza consiegue uno sviluppo ineguale della pianta intiera. Fin tanto che il suolo conteneva e cedeva nelle giuste proporzioni le parti costituenti delle ceneri necessarie per uno sviluppo uniforme di tutte le parti della pianta, la *qualità* dei semi e la proporzione tra la paglia e il grano rimasero le stesse e senza alterarsi in quanto ai prodotti delle raccolte declinanti. Ma a misura che le condizioni divennero più favorevoli per la formazione delle foglie e degli steli, *declinò* pure con la quantità *la qualità dei semi*. Il segno caratteristico della non uniforme composizione del suolo per effetto delle seguite colture si è, che il peso dei tomoli di grano raccolti si va diminuendo. Mentre in sul principio una certa quantità dei componenti della paglia restituita al campo fu consumata per la formazione del grano (l'acido fosforico, la potassa e la magnesia), vi ha luogo in prosieguo la ragione opposta, che, cioè, delle parti costituenti del grano vengono talune (acido fosforico, potassa, magnesia) adoperate per la formazione della paglia. Si potrà puranche avverare il caso, che lo stato di un campo sia tale che per le sproporzioni che vi esistono nelle condizioni in quanto al prodursi della paglia e del grano, per poco che la temperatura e l'umidità favoriscano lo sviluppo delle foglie, questa pianta culmifera somministri un enorme prodotto di paglia con spiche vuote.

Il vignaiuolo e i coltivatori degli alberi che portano frutta, potano gli alberi e le viti onde ottenerne frutti più grandi ed in maggior copia; essi limitano la formazione dei ramicelli e delle foglie, ed in molte contrade, come nella Baviera inferiore, si trova esser cosa utile il mietere la pianta di grano o farla servire di pascolo quando sia giunta alla metà della sua altezza normale. La conseguenza si è che si ottiene una maggior quantità o una *migliore* qualità di semi. In molti paesi sotto i tropici più di una pianta delle culmifere non porta affatto o solamente pochi semi, perchè il suolo non contiene le giuste proporzioni per la formazione dei semi e della paglia.

In molte piante la grandezza dei semi sta in ragione inversa dello sviluppamento delle foglie. Il tabacco, il papavero e il tri-

foglio, a mo' d'esempio, hanno semi proporzionatamente minori che le piante culmifere.

Solamente per mezzo del suolo, l'agronomo può influire sulla direzione dell'attività vegetativa delle sue piante; cioè, solo mercè di una regolata proporzione delle sostanze alimentari che egli ad esse somministra. *Onde poter produrre il massimo ricolto di grano bisogna che il suolo contenga una proporzione preponderante delle sostanze alimentari necessarie per la formazione dei semi.* Per le piante poi che somministrano foglie esculenti, radici e tuberi vale la proporzione contraria.

Una raccolta normale di rape con foglie contiene il *quintuplo*, e una raccolta di trifoglio o di patate il *doppio* di potassa di quello che ne assorbe nella paglia e nelle granella il frumento raccolto sopra la stessa superficie di terreno. In una raccolta di trifoglio e di patate insieme si toglie da due ettari di terreno altrettanto di acido fosforico che da tre ettari in tre raccolte di frumento.

Chiaramente da ciò consegue, che se nel nostro campo, che abbiamo supposto contenesse 25,000 chilogr. di componenti minerali del frumento, coltiviamo patate e trifoglio, e asportiamo tutto il prodotto di tuberi e di foraggio, noi depauperiamo quel campo di altrettanto di acido fosforico e del triplo di potassa che si asportano in tre raccolte di frumento. Non vi ha dubbio che un tale spogliamento del suolo delle sue parti componenti minerali causato dalla coltura di un'altra pianta non eserciti una grande influenza sopra la sua fertilità pel frumento; la quantità e la durata delle raccolte di frumento andranno scemando.

Ma se al contrario coltiviamo alternativamente, in un anno frumento, e nel seguente patate; e, invece di asportare la raccolta di queste ultime, la lasciamo in totalità sul campo, e sotterriamo i tuberi, l'erba e la paglia del frumento, incorporandoli nel terreno, continuando a praticar ciò per 60 anni, non succederebbe per questo alterazione di sorta nella quantità di grano che quella superficie è capace di produrre. Nulla aggiungiamo al campo nella coltura delle patate, nulla ne sottragghiamo perchè gli rilasciamo tutto. Ma se, per la esportazione del frumento raccolto, la provvigione dei componenti del suolo si troverà di essere ridotta a tre quarti della quantità primitivamente contenutavi, allora questo campo non somministrerà più raccolte rimuneratrici ogni qualvolta i tre quarti di un ricolto normale non bastassero più a dare un lucro all'agricoltore. Lo stesso avverrebbe se invece di

patate intercalassimo il trifoglio e invece di raccoglierlo lo sotterrassimo. Il suolo possedeva, secondo la nostra ipotesi, la conformazione fisica più favorevole, e perciò non poteva venir migliorato per la incorporazione delle sostanze *organiche* del trifoglio e delle patate. Ma ancorchè avessimo tolte le patate dal campo e falciato e disseccato il trifoglio e poi, caricati i tuberi ed il fieno del trifoglio sopra un carro, li avessimo portati a fare il giro del campo o il passaggio per la stalla, e solamente dopo di aver fatto ciò li avessimo ricondotti sul campo e ve li avessimo divisi e sparsi uniformemente e sotterrati per mezzo dell'aratura, o pure se avessimo fatto altri usi delle patate raccolte e del trifoglio, e se ne avessimo semplicemente restituito al suolo il totale del loro elementi minerali, tal quale sommariamente esso esisteva nelle due raccolte, nulla avrebbero tutte queste operazioni contribuito a far sì che il campo in trenta, sessanta e settant'anni, avesse prodotto un solo granello di frumento più di quello che ne avrebbe prodotto senza tutti questi cambiamenti. In tutto questo tempo le condizioni per la formazione del grano non si sarebbero accresciute in quanto al campo; la causa della diminuzione dei ricolti sarebbe rimasta la stessa.

Il sotterramento delle patate e del trifoglio produce un utile effetto solamente su quei campi, che non hanno una conformazione fisica del tutto favorevole, o nei quali le parti costituenti del suolo, che vi esistono, non si trovino ripartite uniformemente, ed in parte non si trovino accessibili alle radici delle piante; ma tal'effetto è lo stesso che vien prodotto dalla calurla o da uno o da due anni di maggese.

La mercè dell'incorporazione del trifoglio e delle altre sostanze organiche nel suolo, il contenuto di azoto e di sostanze soggette alla eremacausia vi si accumulano di anno in anno. Tutto ciò che queste piante hanno ricevuto dall'atmosfera rimane nel suolo, ma arricchendosi questo di siffatte materie per altro utilissime, non se ne ha com'effetto che produca nella totalità più grano che prima, imperocchè la produzione del grano dipende dalla proporzione in cui la quantità delle parti costituenti le ceneri esiste nel suolo e queste parti non vengono ad aumentarsi, ma bensì a diminuir continuatamente per la esportazione che se ne fa nel grano. Per un accumulamento, nel campo, di azoto e di materie organiche che si decompongono lentamente, le raccolte vi si potrebbero possibilmente aumentare per una serie di anni, ma

il momento però in cui il campo non somministrerà più raccolte rimuneratrici in questo caso giungerà molto *più presto*.

Se di tre campi da frumento coltiviamo sopra uno di essi frumento e sopra gli altri due patate e trifoglio, e portiamo la intiera raccolta di trifoglio e dei tuberi delle patate sopra il campo da frumento da cui abbiamo esportato solamente il grano e colà la interriamo, questo campo diventerà certo più fertile di quello che era prima, imperocchè si è arricchito della intiera quantità delle parti minerali che il suolo dei due altri campi ha ceduta alle piante delle patate e del trifoglio; dl talchè di acido fosforico esso ha ricevuto il triplo e di potassa venti volte più della quantità esportatane nel grano che vi si è raccolto.

Questo campo da frumento potrà ora somministrare per tre anni consecutivi tre ubertose raccolte di grano, imperocchè le condizioni della formazione della paglia sono rimaste inalterate, mentre quelle della formazione del grano si sono triplicate. Se così procedendo, l'agricoltore produce in tre anni altrettanto di grano che avrebbe prodotto in cinque anni sopra gli stessi campi, non giovandosi in guis'alcuna della cooperazione delle parti minerali del suolo contenute nelle patate e nel trifoglio, il *guadagno* che egli ne ricava *sarà divenuto evidentemente maggiore*, poichè con tre grani di semenza egli viene a raccoglierne in quel caso altrettanto che nell'altro con cinque. Ma ciò che il campo da frumento ha acquistato in fertilità lo hanno perduto gli altri due campi, ed il risultamento finale si è, che *con risparmio di spese per la coltura e con lucri maggiori* di prima egli riduce i suoi tre campi al *periodo di esaurimento* a cui irreparabilmente debbono succumbere per la continuata sottrazione dei componenti del suolo sotto forma di grano.

L'ultimo caso che ci resta ancora a considerare è quello in cui l'agricoltore, invece di patate e trifoglio, coltiva rape e cedrangole (erba medica), le quali in virtù delle loro lunghe radici, che si approfondano nel terreno, vanno ad attingere una gran quantità di alimenti minerali dal sotto-suolo, al quale le radici del maggior numero dei cereali non arrivano. Quando i campi hanno un sottosuolo così buono che permetta la coltivazione di queste piante, avviene in certo modo come se la superficie coltivabile fosse raddoppiata. Ricevendo, così, le radici di queste piante una metà dei loro alimenti minerali dal sottosuolo e l'altra metà dalla crosta arabile, quest'ultima perderà nelle raccolte solamente

la metà di quello che avrebbe perduto se le anzidette parti minerali fossero state tutte somministrate da essa sola alle dette piante.

Il sottosuolo, considerato come un campo separato dalla crosta arabile, cede quindi una certa quantità dei suoi componenti minerali alle piante di rapa e di cedrangola; e se in autunno l'intero prodotto di queste due piante venisse ad essere sotterrato in quel campo che ha somministrata una raccolta normale di granelli di frumento, ricevendo il campo in tal guisa più o altrettanto di ciò che ha perduto per la esportazione del grano, questo stesso campo da frumento potrà, così, *conservare a spese del sottosuolo lo stesso stato della sua fertilità fintanto che il sottosuolo conserva la sua fertilità per le piante di rapa e di cedrangola.*

Ma siccome queste due piante pel loro sviluppo abbisognano di una grandissima quantità di principî alimentari minerali, il sottosuolo ne rimarrà privo tanto più presto quanto meno ne contenga; e siccome non si trova di fatti di esser separato dalla crosta arabile ma sottoposto a quest'ultima, non potrà che molto difficilmente venirgli restituita qualche cosa di quella quantità de'suoi componenti che si trova aver perduto, imperocchè la crosta arabile ritiene la parte di questi che le verrebbe addotta; e però solamente quella parte di potassa, di ammoniaca, di acido fosforico e di acido silicico non ritenuta nè fissata dalla crosta arabile potrà penetrare nel sottosuolo.

Per la coltura di queste piante fornite di radici profonde si potrà dunque ottenere un soprappiù di sostanze alimentari per tutte quelle piante che in preferenza ricavano la loro nutrizione dalla crosta arabile; ma questo afflusso non è di lunga durata; dopo un intervallo di tempo proporzionatamente breve molte piante non allignano più perchè il sottosuolo si ritrova esausto, e la sua fertilità non si ripristina se non molto difficilmente. La prima a venir meno è la cedrangola; e le rape prosperano soltanto quando possono ricevere dalla crosta arabile tutto ciò di cui hanno bisogno. Le patate resistono più a lungo, perchè traggono i loro alimenti dallo strato superiore della crosta arabile.

La quantità di alimenti che la pianta riceve dal suolo non dipende unicamente dalla quantità che si ritrova esser contenuta nelle minime particelle della crosta arabile, ma dipende puranche dal numero degli organi che sottraggono questi alimenti dal suolo. Due radici ne assorbono il doppio che una sola.

Dal primo sviluppamento delle radici dipende in parte la raccolta.

Nella sua propria massa, un granello di frumento o di orzo contiene una quantità tale di sostanze alimentari da non aver bisogno del suolo durante il primo periodo del suo sviluppo; bagnati semplicemente i semi di queste piante nutritive mandano fuori dieci e anche più radicelle di 6 in 8 linee di lunghezza; quanto più il grano è pesante, più energico ne risulta il processo della produzione delle radicelle; senza che ricevesse cosa alcuna dal suolo il granello di seme distende intorno a sè i suoi organi assorbenti, i quali da una distanza proporzionatamente grande gli adducono, succhiandoli, gli alimenti; ed è perciò che l'agronomo rivolge ogni sua cura affinchè i grani destinati alla seminazione vengano diligentemente scelti.

I *semi molto piccoli*, come sono quelli del tabacco, del papavero e del trifoglio, richiedono una superficie più ricca o meglio preparata nel terreno in cui son posti, altrimenti la maggior parte di essi viene a perire, imperocchè subito in sul principio della germinazione del granello seminato la parte del suolo che gli è più prossima è quella appunto che deve fornirlo del nutrimento. Ed è perciò che l'agronomo dice esser queste piante molto difficili ad alimentarsi e portarsi avanti.

I semi delle piante nutritive si possono paragonare ad un uovo di pollo, che racchiude in sè tutti gli elementi necessari allo sviluppo del nascente animale; e certamente l'agricoltura assumerebbe una forma ben diversa se per ogni pianta di frumento si perdessero altrettanti semi come nel papavero, nel tabacco ed anche nel trifoglio.

Sopra uno stesso suolo, la quantità di alimenti che ne riceve una pianta si ritrova essere in rapporto con la superficie succhiante delle sue radici; di due sorte di piante che abbisognano di una stessa quantità e di una stessa proporzione di alimenti minerali, quella che ha una doppia estensione di superficie radicale riceve la doppia quantità di alimenti.

Se vero è che le parti costituenti le ceneri delle piante sono indispensabili per la vita e prosperità delle medesime, se ne inferisce, come tutto ciò che altrimenti possa esercitare una proficua influenza sulla vegetazione di esse è subordinato alla legge: *che il suolo, cioè, onde essere fertile nel senso agrologico per una pianta coltivabile, debba necessariamente contenere le parti componenti le*

ceneri della medesima, e *ciò nello stato più adatto all' assimilazione.*

L'azione dell'agricoltore è limitata al suolo; per mezzo del suolo viene ad agire indirettamente sulle piante; il conseguimento più perfetto e più vantaggioso di tutti i suoi fini presuppone la cognizione esatta delle efficaci condizioni chimiche nel suolo che determinano la vita delle piante, come pure la cognizione della legge che regola la loro nutrizione e quella delle sorgenti da cui quest'ultima proviene; e però fa mestieri altresì che non sia ignaro dei mezzi acconci a rendere il suolo atto alla nutrizione delle piante, e che sia esercitato ed abbia esperienza per usarli a tempo debito e nel modo giusto.

Da quanto finora abbiamo esposto s'inferisce che la coltivazione delle piante depaupera il suolo fertile, ossia lo rende sterile; nei prodotti dei suoi campi, destinati all'alimentazione degli uomini e degli animali, l'agricoltore sottrae una parte del suo terreno, e propriamente ne leva quegli elementi appunto che essenzialmente concorrono alla formazione dei suddetti prodotti: la diminuzione della fertilità dei suoi campi avviene gradatamente, quali che sieno le piante che vi coltiva, e in qualunque ordine le avvicendi. Esportando i suoi prodotti altro non fa se non spogliare il suo terreno delle condizioni opportune in quanto alla riproduzione dei medesimi.

Un campo non è esausto, in quanto al grano, al trifoglio, al tabacco o alle rape, fintantochè dà ancora raccolte rimuneratrici *senza restituzione* dei principî sottratti al suolo; esso *è esausto* dal momento in cui le condizioni della sua fertilità gli debbono essere restituite *dalla mano dell'uomo.* In questo senso *la maggior parte dei nostri campi in coltura sono esausti.*

La vita degli uomini, degli animali e delle piante, si ritrova intimamente rannodata al ritorno di tutte le condizioni che sono gl'intermedî del processo vitale. Il suolo, per le parti di cui si compone, contribuisce alla vita dei vegetabili; una fertilità durevole non è ammissibile, nè possibile, se le condizioni che lo hanno reso fertile non si rinnovano.

La corrente più potente, che dà il movimento a migliaia di molini e di macchine, dissecca, quando i fiumi e ruscelli che le apportano l'acqua vengono meno; e questi fiumi e questi ruscelli disseccano anch'essi allorchè le tante piccole goccioline di cui son formati non ritornano più per mezzo della pioggia in quei luoghi da cui le loro sorgenti scaturiscono.

Un campo, il quale per lo avvicendamento di colture di piante diverse ha perduta la sua fertilità, riacquista il potere di somministrare nuove raccolte delle stesse piante, quando vien concimato con *letame*.

Che cosa è il *letame?* donde deriva? Il letame, qualunque siasi, proviene dai campi dell'agricoltore, e si compone della paglia che ha servito di lettiera al bestiame, de' residui di piante e degli escrementi solidi e liquidi degli animali e dell'uomo. Gli escrementi traggono origine dagli alimenti.

Nel pane che l'uomo quotidianamente consuma, egli ingoia le parti componenti le ceneri dei semi dei cereali, la cui farina ha servito a prepararne il pane; e nella carne ingoia le parti componenti le ceneri della medesima.

La carne degli animali erbivori, come pure le sue ceneri, riconoscono la loro origine dalle piante, e sono identiche nella loro composizione chimica con le ceneri dei semi delle leguminose; di talchè un animale intero, ridotto in ceneri, lascia delle ceneri che da quelle dei fagioli, delle lenticchie e dei piselli, non si distinguono minimamente.

Nel pane e nella carne l'uomo consuma adunque i componenti le ceneri dei semi, ossia i componenti dei semi che sotto forma di carne l'agricoltore ritoglie ai suoi campi.

Della grande quantità di sostanze minerali, che durante la sua vita l'uomo riceve nei suoi alimenti, una minima frazione ne rimane nel suo corpo. Il peso del corpo di un uomo adulto non si aumenta da un giorno all'altro; e da ciò si scorge ad evidenza che tutte le parti che compongono i suoi alimenti sono affatto uscite di bel nuovo dal suo corpo.

L'analisi chimica dimostra che le parti componenti le ceneri del pane e della carne si ritrovano essere contenute negli escrementi dell'uomo quasi nella stessa quantità come lo sono negli alimenti di esso, e che questi si comportano nel suo corpo nel modo stesso come se venissero abbruciati in un forno.

L'urina contiene le parti solubili dei componenti le ceneri degli alimenti, e le fecce ne contengono le parti che non si disciolgono nell'acqua; le parti puzzolenti di quelle sono il fumo e la fuliggine di una imperfetta combustione; vi sono inoltre frammischiati residui di cibi non digeriti, o di cibi non digeribili.

Gli escrementi di un porco nutrito con patate contengono i componenti delle ceneri delle patate; quelli del cavallo i compo-

nenti delle ceneri del fieno e dell'avena; quelli degli animali vaccini contengono le ceneri delle rape, del trifoglio, ec. che hanno servito alla loro nutrizione. Il letame di stalla si compone di un mescuglio di tutti questi escrementi in complesso.

Per mezzo del letame di stalla vien ripristinata perfettamente la fertilità di un campo esausto dalle colture; è questo un fatto comprovato appieno dall'esperienza di ben molti secoli.

Nel letame di stalla i campi ricevono una certa quantità di sostanze organiche o combustibili, e di più i principi minerali o incombustibili degli alimenti digeriti nella nutrizione animale. Giova ora esaminare in *qual grado* gli elementi dell'una e dell'altra specie contribuiscano a ripristinare la fertilità del suolo.

L'osservazione anche più superficiale di un terreno coltivato dimostra, che *tutti* gli elementi combustibili delle piante che sopra di esso vengono raccolte provengono *dall'aria e non dal suolo.*

Se il carbonio anche di una sola parte della massa vegetale raccolta venisse somministrata dal suolo, egli è chiaro, come la luce del giorno, che se prima della raccolta il suolo contenesse una definita quantità di carbonio, questa quantità dopo ciascuna raccolta diventerebbe sempre minore. Un suolo povero di sostanze organiche dovrebbe essere meno fertile che un suolo che ne abbonda.

L'osservazione dimostra, che un suolo tenuto in coltura non diventa *più povero* di sostanze organiche o combustibili per effetto delle colture. Il suolo di una prateria, dalla quale in dieci anni si sono levate mille cantaia di fieno per ettara, non è più povero di sostanze organiche dopo questi dieci anni, ma bensì n'è più ricco di prima. Nelle radici che vi rimangono dopo la raccolta, un campo da trifoglio conserva più sostanze organiche, più di azoto di quello che in origine ne conteneva, e ciò non ostante esso è divenuto sterile per la coltura del trifoglio e non fornisce più raccolte rimuneratrici.

Un campo destinato alla coltura del frumento, o un altro che lo sia a quella delle patate, non si ritrovano, dopo la raccolta, di essere più poveri di sostanze organiche che prima. *In generale la coltura arricchisce di materie combustibili il suolo, ma ciò non ostante la fertilità di esso declina continuatamente*; dopo una serie di susseguenti raccolte rimuneratrici di frumento, di rape e di trifoglio, nè frumento, nè rape, nè trifoglio fanno più bene sopra lo stesso campo.

Or siccome l'esistenza di sostanze organiche nel suolo, atte a subire il processo di eremacausia, non sospende nè trattiene in alcuna maniera lo esaurimento del medesimo per effetto delle colture, non potrà possibilmente venir ripristinata, aumentando la quantità di siffatte sostanze, la capacità per le produzioni, che si trova di aver perduta.

E di fatti, incorporando nel suolo segature di legno bollite nell'acqua, o sali ammoniacali, o pure gli uni unitamente alle altre, non si perviene a restituire, a un campo del tutto esausto, la capacità di riprodurre per la seconda e terza volta la stessa serie di raccolte. Quando queste sostanze migliorano la costituzione fisica del suolo, allora esse esercitano pure una benefica influenza sopra i prodotti; ma in ultimo il loro effetto è sempre quello di accelerare lo esaurimento dei campi e di renderlo più grave.

Ma il letame di stalla restituisce perfettamente al campo la facoltà di somministrare le stesse serie di raccolte per la seconda, terza, centesima volta; il letame di stalla, a misura della quantità in cui viene somministrato, ritoglie più o meno compiutamente lo stato di esaurimento de' campi, li rende più fertili, e delle volte anche più di quello che non lo erano giammai stati.

Il ripristinamento della fertilità dei campi per virtù del letame di stalla non si può ragionevolmente attribuire alle sostanze combustibili (ai sali ammoniacali e alla sostanza di segatura di legno allo stato di eremacausia) che gli si ritrovano frammischiate; se queste hanno un qualche effetto utile, questo non è che secondario. *L'azione del letame di stalla dipende indubitatamente dagli elementi minerali o incombustibili delle piante ch'esso contiene, ed è determinata da' detti componenti.*

Nel letame, il campo riceve di fatti una certa quantità di tutti i componenti del suo terreno, che gli erano stati sottratti nei prodotti raccoltivi; la diminuzione della fertilità stava in ragione della quantità *sottratta* di questi componenti del suolo; il ripristinamento è in proporzione della quantità che gliene vien *restituita.*

Gli elementi incombustibili delle piante coltivate non ritornano *da per loro* sui campi, come avviene dei combustibili che da per loro si riportano nell'atmosfera da cui pervennero; solo la mano dell'uomo può ricondurre nei campi le condizioni della vita delle piante; e nel letame di stalla, in cui queste condizioni si ritrovano racchiuse, l'agricoltore *agendo in conformità ad una legge della natura*, rispristina la perduta facoltà produttiva dei suoi campi.

La pratica ragionata mantiene il movimento di tutte le condizioni della vita; la pratica empirica, appropriandosi l'una dopo l'altra le condizioni della fertilità del suolo, spezza la catena che attacca l'uomo alla sua patria. E quantunque sappia che il suolo oggi non è più quello di ieri, ciò non ostante essa ritiene ostinatamente che il suolo sarà dimane quello stesso ch'è oggi. L'empirismo, *poggiandosi sull'esperienza d'ieri*, insegna che il suolo fertile sia *inesauribile*; la scienza *fondata sulla legge della natura* dimostra che la fertilità del suolo più ubertoso abbia il suo fine, e che ciò che sembra inesauribile *sia già esausto*. Perchè la natura era benigna, e dava largamente ai padri, così l'empirismo crede che i figli non abbiano se non a prendere a mani piene e senza darsene cura alcuna. Lo sviluppo del genere umano si rannoda strettamente a ciò, che l'uomo non manchi di una patria, e che quel punto della terra, il quale, onde procurarsi i mezzi della propria esistenza, egli innaffia coi sudori della sua fronte, sia la sua patria. La durata della ulteriore esistenza *nella sua patria* è determinata dalla legge: *che la forza si consuma per l'uso, e si mantiene solamente qualora vien compensata.*

LETTERA XLV.

Non è possibile immaginare che la vita e lo sviluppamento di un essere organizzato sia dipendente dalle casualità. Il ricevere dei suoi alimenti, il riunirsi delle sue parti per costituire un organismo vivente, tutte le funzioni organiche, noi li ritroviamo esser soggetti e regolati da leggi necessarie che sono reciprocamente in dipendenza, e che, non altrimenti delle ruote motrici di una macchina, ma con una precisione molto più grande, s'incastrano e determinano tutte le manifestazioni vitali, la sua esistenza e la durata.

L'analisi chimica ci addimostra che nei semi delle differenti specie di biade e di legumi, gli elementi solforiferi ed azotiferi

che vi son contenuti, e che nel processo nutritivo degli uomini e degli animali servono a formare gli elementi combustibili del sangue, vi si ritrovano sempre uniti ai fosfati alcalini e terrosi, come pure che tra questi e quelli esiste un rapporto invariabile e costante per ciascuna specie di semi. Se la quantità di acido fosforico che in cento parti vi è contenuta cresce o diminuisce, vi si aumenta pure o vi si scema nella stessa proporzione la quantità delle parti atte alla sanguificazione ed in quella contenute.

E però l'analisi chimica dimostra ezlandio come nel sangue di un uomo che si ciba di pane, o in quello di un animale che vive di semi, sono contenuti gli stessi elementi minerali che si ritrovano in questi medesimi alimenti. Le parti componenti le ceneri del sangue vaccino, pecorino e porcino, corrispondono alle parti costituenti le ceneri delle rape, delle erbe o delle patate di cui questi animali si son pasciuti.

Ma gli elementi minerali delle piante e delle parti di piante non sono meno indispensabili alla vita degli animali, per formarne il sangue ed attuarne le funzioni, di quello che lo sieno anche alla vita delle piante.

L'acido fosforico entra nella composizione del cervello e dei nervi; i fosfati alcalini e terrosi fanno parte della carne di tutti gli animali; un animale che abbia il sangue caldo e non sia fornito di ossa (fosfato di calce) non può nemmeno esistere nella nostra fantasia. Le ceneri delle piante da foraggio sono ricche di carbonati alcalini e di sal marino. Il sangue degli animali erbivori contiene copiosamente dei carbonati alcalini; il sal marino serve alla formazione del carbonato di soda che vi è contenuto.

Le ceneri delle foglie del tè, di cui gli uomini bevono la infusione calda, contengono il 17 per cento di acido fosforico, mentre quelle delle foglie del gelso di cui si nutre il baco da seta non ne contengono che il 5 per cento. Ciascuno di questi due numeri ha il suo valore fisiologico.

Se fosse possibile che una pianta potesse svilupparsi, fiorire e portar semi senza la cooperazione delle parti componenti del suolo, essa sarebbe perfettamente di niun valore, sia per gli uomini, sia per gli animali.

Accanto a un piatto ripieno di albumina ovvero di torli di uova, crudi o cotti che sieno, quando loro manca una parte essenziale alla formazione del sangue, un cane soggiace alla morte per fame; il primo tentativo gl'insegna che un cibo di tal fatta

non giova ai suoi bisogni di nutrizione più di quello che gli gioverebbe una pietra se la mangiasse.

Le parti componenti le ceneri delle rape, delle piante, dei prati, ec. costituiscono il valore nutritivo di questi vegetabili; se non vi fossero contenute, nè il cavallo, nè la vacca li mangerebbero.

Da per tutto in natura dominano le leggi in cui è stabilito, che alla terra sia legata la vita, e che servono a mantenerne con un eterno avvicendamento la freschezza e la durata. Colà soltanto la terra invecchisce e si spengono i germi della vitalità, ove l'uomo pel limitato esser suo nega e misconosce la loro esistenza, opponendosi al rinnovamento delle condizioni della vita, e disturbando e contrariando l'azione collettiva delle medesime.

Uno dei più strani, ma non pertanto dei più inesplicabili fenomeni del nostro tempo si è, che la esistenza di queste leggi della natura vien negata da un gran numero di agricoltori pratici, da uomini, cioè, che per lo appunto si ritrovano ogni giorno nel caso di riconoscere nell'esercizio della loro arte i segni evidenti e caratteristici della esistenza di queste leggi. I più distinti maestri di agricoltura pratica, che generalmente sono tenuti in pregio per la loro capacità, hanno tentato da 16 anni, e propriamente negl'ultimi tempi, di dimostrare, che *queste leggi non abbiano valore pei campi fertili; che l'incremento della fertilità di un campo per effetto dei maggesi, della lavorazione meccanica e dell'esportazione dei componenti del suolo nelle raccolte, non arrechino pregiudizio alla durata della sua fertilità; che il suolo la conservi durevolmente, ancorchè non gli venissero restituiti gli elementi sottratti, che non venisse, cioè, ripristinata la composizione di esso.* Essi insegnano che un campo fertile *sia inesauribile* nelle parti componenti le ceneri dei vegetabili, e che perciò non possa giammai trovarsene in difetto; che la fertilità dei campi stia in ragione del loro contenuto di parti componenti *combustibili*, dell'*humus*, cioè, e dell'*azoto;* che la diminuzione della produttività sia dipendente dalla mancanza e lo esaurimento dei campi dall'esportazione dell'*azoto*. Essi sostengono che il *letame* non produca i conosciuti effetti per ciò che vengono in esso restituite al suolo quelle sue parti minerali che gli furono tolte sotto forma di grano, trifoglio, rape, tabacco, lino, canape, robbia, vino, ec. ma che il letame agisca in virtù dei suoi componenti combustibili e che il suo effetto sia in ragione della quantità di *azoto* in esso contenuta; che cioè le parti incombustili vi sieno

come semplici testimoni dell'azione delle parti combustibili in quella guisa appunto in cui la luna è testimone della rugiada che si depone sopra la terra.

Con un sorriso di compassione l'uomo pratico guarda le pruove dei suoi errori che gli vengono dimostrate dalla scienza; ma questo sorriso non nasce da quel sentimento di superiorità a cui induce una ben fondata scienza, ma deriva da ben altre sorgenti.

L'analisi chimica co' suoi rigorosi metodi prova, che tra mille campi ve n'è *appena uno solo* il quale, delle parti componenti le ceneri di una pianta, a mò d'esempio di quella del trifoglio, contenga più dell'uno per cento nella proporzione giusta in cui la pianta medesima ne ha bisogno.

Nell'anno 1848, il Collegio reale d'Economia agraria di Berlino fece sottoporre all'analisi chimica i saggi di terre vegetabili provenienti da quattordici diversi luoghi del regno; i saggi furono presi da campi uniformi per quanto era possibile, e l'operazione fu affidata a *tre chimici operanti disgiuntamente*. Il risultato di queste analisi si fu: che di acido fosforico e di potassa (questa *probabilmente* nello stato ingeribile) cinque campi ne contenevano in media 2/10 per 100, sei fra 3/10 e 5/10 per 100, e tre tra 5/10 e 6/10 per 100.

Queste analisi non insegnano che un campo, il quale contenga 6/10 per 100 di questi componenti del suolo, sia perciò più fertile di un altro in cui non se ne ritrovino che 2/10 per 100, ma la maggiore o la minore quantità contenuta ci viene indicata in essa con sufficiente sicurezza.

La pratica, al contrario, sostiene che tutt'i campi contengano, in quantità inesauribili, tutti gli elementi che fanno parte della composizione delle ceneri di tutte le piante.

L'analisi chimica addimostra, con evidenza tale da non lasciare alcun dubbio, come, nel trifoglio raccolto e propriamente negli elementi che costituiscono le sue ceneri, venga tolto al campo un dato numero delle condizioni della sua fertilità per la pianta di trifoglio; essa ci dimostra, come negli escrementi degli animali nutriti col foraggio di trifoglio sieno contenuti gli stessi principî minerali che nelle ceneri di questa pianta; e che per conseguenza nel concime vengano restituiti al campo gli elementi delle ceneri del trifoglio che n'erano stati sottratti.

Quindi è che in uniformità della nozione scientifica, che lo esaurimento del campo di trifoglio dipenda dalla sottrazione dei

detti principi, e che la ripristinazione della sua facoltà di riprodurre una nuova serie di raccolte di trifoglio, mediante la concimazione con *letame di stalla*, derivi di fatti dalla *restituzione degli elementi minerali* del trifoglio; fondandosi l'analisi sugli studi dei più esperti agronomi, ci prova: che un campo il quale non porta trifoglio possa diventare fertile per questa pianta e somministrarne copiose raccolte, spargendo sopra di esso ceneri di legna, le quali contengono gli stessi principi minerali delle ceneri del trifoglio. Difatti la concimazione con ceneri per questo scopo è generalmente in uso nei Paesi Bassi e nelle Fiandre; e nella Vestfalia è molto ripetuto il proverbio: *chi non spende denari per ceneri, spende il doppio* (Schwerz, Guida dell'agricoltore pratico v. II, p. 323). È generalmente risaputo il fatto: che spargendo ceneri di legna sopra un prato su cui prima non si vedevano piante di trifoglio, queste vengono in seguito di ciò a svilupparvisi a migliaia.

Finalmente la stessa analisi ci fa vedere, come dei rapporti perfettamente consimili esistono tra il suolo e tutte le piante che vegetano su di esso; che un campo, a mo' d'esempio, il quale ha conservato la fertilità per la paglia, perdendola in quanto alla produzione dei semi, torna a portare una copiosa raccolta di grano, quando vien concimato cogli elementi delle ceneri del grano; in molti casi basta il solo fosfato di calce.

In perfetta opposizione colle moderne dottrine dei nostri agronomi, molti fatti inconcussi ci addimostrano chiaramente, come la fertilità dei campi non viene accresciuta da ciò che il suolo di essi sia fornito abbondantemente di sostanze organiche, cioè combustibili, o da ciò che queste gli venissero somministrate sole, imperocchè la maggior parte dei campi che ne sono ricchissimi d'ordinario non sono fertili. Questi fatti stessi dimostrano pure, come la facoltà produttiva di un campo da frumento, invece di accrescersi, diminuisce in molti casi allorchè vien concimato con sostanze ricche di azoto, come sarebbero per esempio i sali ammoniacali; che per opera di concimi di tal fatta la produzione di trifoglio non si aumenta; che l'ammoniaca e i concimi ricchi di azoto esercitano una benefica influenza sopra la forza produttiva dei campi nel solo caso in cui essi sieno accompagnati anche dagli elementi incombustibili delle ceneri delle piante; che i concimi anzidetti di per sè soli producono un benefico effetto soltanto sopra quei campi che sono ricchi di parti costituenti le ceneri delle piante, e che la continuata applicazione di questi mezzi di

concimazione fa esaurire in questi casi anche più compiutamente il terreno, lo rende cioè anche più sterile per le ulteriori colture, di quello che lo sarebbe divenuto senza la cooperazione di tali mezzi. Se i campi contenessero veramente degli elementi delle ceneri delle piante una quantità tale che essi per la coltura di queste ultime non ne potessero mai venire esausti; se la loro fertilità dipendesse dalla presenza, ed il loro esaurimento da un difetto di sostanze ricche di ammoniaca o di azoto, si dovrebbe in tal caso poter ricavare una serie infinita di pieni ricolti da un campo, a cui si somministrassero queste sole materie *senza che occorresse addurvi puranche gli elementi delle ceneri.* Ma si ha come fatto comprovato e irrefragabile, che la conservazione della fertilità dei nostri campi è impossibile se loro non vengano restituiti gli elementi delle ceneri che da essi furono asportati per mezzo delle raccolte. S'inferisce da ciò, che il letame di stalla non esercita la sua azione per effetto dei suoi componenti combustibili, e che questi ultimi, ogni qualvolta sopra un qualche campo si possa loro attribuire un effetto benefico, essi lo producono solamente quando e perchè si trovano uniti agli elementi delle ceneri delle piante asportate dal campo nelle raccolte anteriori e di cui questo era in difetto.

Non credo che tra i lettori di queste lettere vi sia un solo, il quale uso a pensare secondo la logica potesse revocare in dubbio la verità delle conchiusioni che si rannodano alle analisi chimiche del *suolo,* delle *piante* e del *letame di stalla.* Analisi di tal fatta se ne sono eseguite a migliaia in Germania, nell'Inghilterra ed in Francia, da differentissimi chimici di cui però i risultamenti tutti si accordano; e se in generale la verità della esistenza di un fatto è indagabile per mezzo della bilancia, tra tutti i fatti che si appartengono al dominio della chimica non ve n'è altro che sia stabilito più solidamente di quello: che la crosta arabile, cioè, fosse anche del campo più fertile, rispetto alla sua massa che non agisce chimicamente, contiene una quantità straordinariamente piccola degli elementi delle ceneri delle piante. E però, a farsene una chiara idea, basterà forse il rammentare che innanzi l'anno 1834 era sfuggita nelle analisi dei chimici più esperti la presenza della potassa, come elemento della crosta arabile, dell'argilla e delle pietre calcari, tanto la quantità di essa in questi corpi è cosa minima; come pure, che prima della scoperta di nuovi reagenti era difficilissimo fornire la prova della semplice esistenza

dell' acido fosforico nel suolo (non si pensava nemmeno allora a poter riuscire a determinarne la quantità), ond' è che nella filosofia della natura si ritenne per molto tempo l' idea che la *potassa*, la *calce* e l' *acido fosforico* fossero prodotti del processo della vita organica, cioè, della forza vitale.

In quanto alle differenti specie di montagne e di rocce, dalle cui frane, logorate per effetto dell' influenza atmosferica, provengono le terre vegetabili, si sa ch' esse differiscono grandemente per la loro composizione. Vi sono delle specie di rocce che sono ricche di potassa, ed altre, come il feldspato, non contengono calce; in talune mancano l' acido silicico o la magnesia, oppure esse, come le pietre calcari, contengono soltanto delle tracce di alcali; in molte specie di rocce che non sono generalmente delle più diffuse, l' analisi chimica è riuscita solamente in qualche caso eccezionale a determinare in peso l' acido fosforico che vi è contenuto.

Come l' oro nei distretti dell' America e dell' Australia che ne hanno miniere, così pure la crosta arabile è ciò che avanza delle rocce dopo che han subito l' azione di quelle potenti cause meccaniche le quali hanno prodotto il loro sminuzzamento, come pure di cause chimiche che ne hanno effettuati la decomposizione e il disgregamento. La ghiaia granitica nei dintorni di Darmstadt, nella quale si riconoscono distintamente le particelle di feldspato, di mica e di quarzo, non è più fertile della sabbia pura di quarzo o del marmo ridotto in polvere. Ci vorranno forse migliaia di anni perchè uno strato di terra vegetabile della spessezza di una linea, come si trova nelle pianure delle larghe valli fluviali e nei siti bassi, si potesse formare da talune specie di rocce, come basalto, granito, porfiro, trachite, ec. e ricevere la composizione fisica e chimica che lo rendesse atto alla nutrizione delle piante.

I nostri moderni agrologi insegnano che il suolo fertile sia inesauribile nelle sue parti componenti le ceneri delle piante che sono condizioni della vita vegetale; mentre il presente esercizio dell' arte agraria in tutte le sue relazioni si ritrova essere fondato sopra questa idea e sull' opinione che l' accrescimento e l' aumento artificiale della produzione dei campi si possa unicamente effettuare o almeno effettuarlo in preferenza, la mercè dell' aggiunzione di sostanze organiche i cui elementi non provvengono dal suolo ma dall' atmosfera.

L' agricoltura pratica sostiene che in quistioni così pratiche,

come sono quelle che si riferiscono al *suolo*, alle *produzioni* ed al *concime*, la geologia e la chimica non abbiano il dritto di profferir giudizio; che la sola esperienza ne possa decidere, e che questa ultima non conferma in guis'alcuna le conchiusioni delle scienze naturali.

Mettiamoci ora ad esaminare un poco in che consistano queste sperienze e le ragioni sopra le quali gli stessi agrologi poggiano le loro dottrine; se queste sono genuine e vere *debbono poter assicurare la durata della fertilità ai campi fertili;* esse devono fornire all'agricoltore pratico i mezzi di ripristinare la fertilità dei campi esausti dalla coltura. Se i seguaci di queste dottrine si trovassero per caso a mancare di questi mezzi, esse, senza alcun dubbio, sono erronee.

Fin dal principio delle contese sui principî scientifici dell'agricoltura mi sono stati comunicati da molti eccellenti agronomi i documenti più interessanti, ricavati dalle loro esperienze, in comprova della verità dei principî scientifici da noi sostenuti; documenti che esitarono a pubblicare in qualche giornale agronomico, onde non trovarsi implicati in una contesa, a sostenere la quale, essi, come per loro modestia si esprimono, mancavano delle necessarie cognizioni esatte della scienza. Nella mia posizione, come ben si può comprendere, io mi ritrovo solamente in relazioni sociali, per me molto istruttive e piacevoli, con agronomi che coltivano essi stessi i campi di cui sono proprietari; e se in queste lettere vien fatta parola dell'agricoltura pratica, o degli agricoltori pratici, intendo di parlare solamente degli agronomi pratici i quali scrivono sulle cose agrarie e rappresentano nei loro scritti e nelle loro parole le dottrine agronomiche. Tra i nostri agronomi vi è un gran numero di uomini dotati della massima intelligenza e coltura, i quali, non altrimenti che quel *gentleman* romano che nei migliori tempi dell'antica Roma fu generale, legislatore e console, si occupano per inclinazione dell'agricoltura come dell'industria più nobile, amministrando in persona i loro fondi rustici; nè si potrà certamente pretendere da questi uomini che diano ragione di opinioni e dottrine che essi non hanno create, ma semplicemente scorte e ricevute in qualità di apprendisti.

Ben altri però sono i rapporti che esistono tra la scienza e gl'insegnatori dell'agricoltura pratica, ai quali non si può negare con ragionevolezza la competenza di profferire il loro giudizio nelle presenti importantissime quistioni. E però da questi

imperiosamente si deve pretendere che portino seco loro nella pugna la cognizione dei principî fondamentali della chimica, della fisica e della geologia, almeno a quel grado di ampiezza a cui queste scienze vengono insegnate nelle scuole ordinarie, di talchè non possa insorgere dubbio alcuno sulla loro attitudine intellettuale di ben comprendere le questioni che vengono trattate.

La semplice esposizione delle idee ed opinioni di uno dei più valenti ed influenti insegnatori dell'arte agraria, tal quale furono esposte in una sua recentissima memoria sopra la composizione del suolo, sulle cagioni della sua fertilità e del suo esaurimento, come pure sull'effetto del letame, basterà al lettore perchè potesse farne un retto giudizio. Il lavoro in parola fu espressamente destinato dal suo autore a rettificare le dottrine della scienza e metterle di accordo con le sperienze pratiche (1).

Applicando la sua teorica alla pratica, l'autore di questo scritto stabilisce come principio supremo che:

« il suolo congiunto (crosta arabile e sotto-suolo) è così buono come inesauribile in quanto a quegli alimenti minerali che esso, una volta ricevuti dalla natura, somministra alle piante, qualora avviene che vengano disgregati nello stesso per effetto degli agenti atmosferici » (p. 116).

Alla dimanda ch'egli fa:

« se, cioè, i nostri campi o il suolo di essi sieno di tal fatta, che questo ultimo in un tempo più o meno lungo venga a trovarsi perfettamente spogliato delle sue parti minerali, tanto solubili che insolubili, per effetto della sottrazione che ne operano le raccolte, non avendo cura di farne la restituzione. »

Risponde (p. 28) come segue:

« Il suolo è roccia disgregata e decomposta, e riposa o sopra la stessa specie di roccia da cui si è distaccato oppure sopra un'altra specie di roccia sulla quale si trova di essere stato trasportato; il suolo traslocato ad onta della subita traslocazione potrà rimanere omogeneo o almeno corrispondente a quella specie di roccia da cui proviene » (p. 29 e seg.).

« Tutte le specie di rocce si logorano; e laddove i prodotti del logoramento non furono portati via vi rimasero sopra.

(1) SULLA NUTRIZIONE DELLE PIANTE COLTIVABILI. Una dilucidazione delle cinquanta tesi del Barone GIUSTO DE LIEBIG, riguardate dal lato agrario da GUSTAVO WALZ, direttore dell'accademia agricolo-forestale in Hohenheim. Stoccarda, COTTA 1857.

« Il logoramento delle differenti specie di rocce si opera particolarmente per mezzo degli atmosferili, i quali attaccano le rocce, comechè queste si ritrovassero molto profondamente al disotto delle macerie che provengono dal logoramento e da cui son ricoperte.

« Or se un suolo fertile per una data specie di piante, che contiene in sufficiente quantità e nelle giuste proporzioni gli alimenti minerali delle piante, allo stato ingeribile per le medesime, si ritrovasse di essere rimasto, come prodotto del logoramento, sul luogo della sua formazione primitiva, *dovrà in tal caso anche la sottoposta specie di roccia contenere gli stessi alimenti minerali* e nelle medesime proporzioni che il suolo e il sotto-suolo.

« Se nelle raccolte noi priviamo il suolo delle sue parti elementari, diminuirà il volume della crosta arabile, e gli atmosferili si troveranno così avvicinati alla roccia sottoposta. Questa poi logorandosi al di sotto del suolo, nelle proporzioni stesse in cui al di sopra noi sottragghiamo i suoi elementi, potremo da esso, senza restituzione alcuna di alimenti minerali, ricavare raccolte fino a che la intera quantità di questi alimenti che si ritrovano nel suolo e nelle rocce sottoposte, non venga ad essere del tutto consumata dalle piante.

« Supponiamo un'ettara di terreno pesare 4 milioni e 1/2 di chilogrammi, e contenere 10 per 100 degli alimenti minerali della pianta di frumento, nelle proporzioni giuste e nello stato ingeribile, potrebbe un tal terreno, senza che gli venisse somministrata cosa alcuna, produrre 1829 raccolte di frumento; e con un semplice avvicendamento triennale potrebbe perdurare 2742 anni senza restituzione delle sostanze minerali. Se in sul principio della coltura la specie di roccia fosse di già logorata fino alla profondità di più piedi, *caso in cui il maggior numero delle rocce si ritrova*, allora un'avvicendamento triennale acquisterebbe per ciascun piede di profondità dello strato suddetto la probabilità di poter perdurare altri 2742 anni. E però, dopo questo elasso di tempo, le rocce che sono al disotto del sotto-suolo non mancheranno di logorarsi, e così si potrà proseguire la coltura sino a che la specie di roccia formante il suolo non si sia del tutto logorata e non sieno finiti gli alimenti contenutivi. Ma in tal caso vi si ritrova al disotto un'altra specie di roccia, ec.

« Asportando noi ogni anno gli elementi delle ceneri dal suolo, diminuirebbe il volume della crosta arabile, se gli agri-

coltori non ne conservassero eguale la profondità, aggiungendovi una massa uguale dal sotto-suolo. Quando tutti gli alimenti minerali del suolo ipotetico son consumati, noi ci troviamo di aver perduto il 10 per 100 dalla crosta arabile, ed altri 10 per 100 dal sottosuolo. Ma la massa che da quest' ultimo abbiamo sollevata e aggiunta alla crosta arabile non contiene che il 10 per 100 di alimenti minerali, e perciò non ne vien surrogato altro che la decima parte delle sostanze sottratte, gli altri 9/10 sono zavorra; e quindi la durata del secondo periodo dell' avvicendamento triennale suddetto non sarebbe di 2742 anni, ma bensì della decima parte di questi, ossia di anni 274; e però solamente dopo una serie di siffatti periodi il terreno si troverebbe esausto. *Alla fine non ne rimarrebbe altro che silice insolubile e argilla.* Onde conservare la fertilità di questo suolo, in quanto alle parti minerali, o gli si dovrebbero addurre le parti elementari delle ceneri, oppure portar via la zavorra che si ritrova sul sotto-suolo. Ma in questa operazione ci ajuta la natura, imperocchè il suolo di sopra a misura della sua situazione più o meno inclinata viene in ogni anno ad essere portato via dalle acque piovane.

« Finalmente, in quanto al reintegramento delle parti minerali nel suolo, vi è ancora di buono che anche le piogge ed il vento gli apportano elementi minerali.

« Così la necessità della restituzione delle parti minerali del suolo che vengono esportate nelle raccolte e che dopo un elasso più o meno lungo di tempo diviene imperiosa, si troverà protratta a migliaia di anni per un suolo come sopra l'abbiamo supposto, e a secoli e decenni per uno che non contenesse se non l' uno o un decimo per cento degli elementi in parola.

« Nello stesso modo, come il suolo soprastante alle rocce del cui logoramento è il prodotto, si comporta pure il suolo traslocato; le rocce sottoposte sopporteranno anch' esse una simile decomposizione, ec.

Su queste sue argomentazioni il nostro agrologo pratico conchiude dicendo: « *questi due punti*, l' uno cioè

l' incremento della fertilità di un campo per effetto dei maggesi e del lavoro meccanico come pure l' esportazione degli elementi del suolo nelle raccolte senza restituire i medesimi, hanno per conseguenza, dopo un periodo più o meno lungo di tempo, una sterilità durevole; e l' altro

« se un terreno deve conservare durevolmente la sua fertilità

gli debbono venir restituiti, dopo un elasso di tempo più o meno grande, gli elementi del suolo che gli furono tolti, val quanto dire la composizione del suolo deve essere ripristinata,

» *sono quindi applicabili nei tempi nostri ai soli campi di pessima qualità, che* ab ovo *hanno bisogno che questi elementi venissero loro apportati* » (W, p. 34).

Tutti questi argomenti di uno dei nostri agrologi pratici generalmente riconosciuto come uno dei migliori, che finora abbiamo esposti e che per necessità si debbono accordare con le sperienze fatte da esso in agricoltura, sono forse di tal natura da poter destare presso molti dei nostri agronomi ben giusti dubbi in quanto alla verità dei dogmi agrologici che attualmente sono in voga.

Perchè venisse dimostrato, *che solamente le specie più inette di terreno a poter dare nuove raccolte hanno bisogno che vengano loro restituiti gli elementi del suolo che gli furono tolti*, il semplice criterio umano richiede che tutto ciò venga confermato dalle ordinarie sperienze fatte in agricoltura; che cioè i terreni fertili, per continuare a rimanere tali non abbiano di fatti bisogno di una tale somministrazione; che abbiano, per dieci, venti o cento anni, date raccolte annue senza ricevere in compenso cosa alcuna di tutto ciò che in elementi del suolo era stato loro sottratto.

Questa pruova, la sola valevole a confutarci, che avrebbe dovuto fornire, nella sua qualità di agronomo, l'antagonista dei risultamenti dell'analisi chimica del suolo, egli ce la deve tuttora favorire, come pure la definizione in quanto all'idea di un « suolo fertile »; imperocchè se egli sotto la denominazione di campi fertili volesse comprendere solamente quei terreni che eccezionalmente si rinvengono in Ungheria, e in molte parti della Russia, nei bassi siti e valli, dei quali si fa uso solamente pei pascoli e che sembrano inesauribili perchè non ancora sono esausti, allora 99 di 100 campi, che in Baviera, in Prussia e nella Sassonia si chiamano *fertili*, farebbero parte delle *più cattive specie di terreno;* idea che certo non si può supporre.

Il nostro agrologo pratico a tutte queste cose di fatto non si attiene punto, creandosi in un modo tutto suo proprio i mezzi di argomentare. Senza che ci dica ciò che egli intende sotto le denominazioni di specie di roccia, suolo o sottosuolo e di quale di queste specie di rocce, di suoli o di sottosuoli egli parla, usa queste denominazioni come se tutte le specie di rocce, di suoli e di sottosuoli fossero identiche, e ci fa credere che tutte le specie di

suoli esausti per effetto delle raccolte lascino, come residuo, *quarzo* e *argilla*, cosa che seriamente egli non la vorrà certo sostenere, giacchè se veramente la cosa fosse così, una gran parte del Wirtemberga si ritroverebbe non aver più suolo.

Affinchè due disputanti possano intendersi, è necessario che l'uno capisca l'altro; ma se l'uno vuole che sia intesa, or questa or quell'altra cosa, sotto una stessa denominazione, l'altro non lo capirà, giacchè il comprendere importa e richiede delle idee ben determinate. Una idea scientifica non è altro se non una idea ordinaria, ma ben definita e di un contenuto invariabile.

Se un agricoltore parla del suo bestiame che lo fornisce di latte insieme e di letame, un altro agricoltore suo vicino sa che quelle parole dinotano « vacche ». Ma la produzione di latte e di letame non è una idea scientifica quanto al valore della parola « vacche », poichè non esclude che un terzo possa opinare che tutti gli animali i quali producono latte e letame sieno vacche, o pure che una vacca che non dà latte, ma solamente letame, non sia una vacca.

Or lo stesso vale in chimica circa l'idea del *suolo* o di quello che si chiama *esperienza*. La parola *esperienza*, nel senso non scientifico, ci fa ricordare di quel tale che starnutiva ogni qual volta sentiva il rombo dei tuoni, e perciò usciva a diporto nelle più belle giornate portando sempre il suo ombrello sotto il braccio, quando la mattina aveva fatto uno starnuto; giacchè *fondandosi sulla propria esperienza* credeva di poter esser certo che doveva venire un temporale.

Nelle argomentazioni del nostro agrologo pratico non vi ha di fatti « alcun suolo », val quanto dire niente di ciò che un agricoltore per la sua *sperienza* riconosce come *suolo;* ma però non si può negare che si ritrovino in esse dei modi di vedere molto larghi, come anche della circospezione.

Il diminuire del suolo per effetto dell'asportazione degli elementi delle ceneri è evidente; se il mio calcolo non m'inganna, essa importa negli avvicendamenti triennali in ciascun anno circa la decima parte del diametro che ha un quarto di un filo di ragno spaccato longitudinalmente in quattro fili eguali. Non meno conciso ed intelligibile è il modo come, secondo il nostro agrologo, la natura aiuta le piante a poter giungere nel sottosuolo quando gli alimenti del suolo si ritrovano di essere consumati: il suolo, secondo esso, si comporterebbe rispetto alle piante come

un miscuglio di 9/10 di quarzo ed 1/10 di piselli sta a una moltitudine di galline. Quando questi volatili si hanno beccati i piselli dal suolo, viene dietro di essi il gallo, cioè la natura, e razzola e raschia via la zavorra. Che cosa se ne faranno i quattro milioni di chilogr. di zavorra, che annualmente in questa maniera vengono portati via da 1829 *ettare* di terreno, ce lo spiegherà l'arguzia del nostro agrologo, come pure ci farà comprendere in qual modo le parti minerali apportate ai *nostri* campi dall'acqua e dal vento non sieno di alcuno pregiudizio pei campi *vicini* da cui provengono.

Il nostro esperto agrologo pratico per confutare una conchiusione della esatta scienza della natura, da lui tenuta come falsa, inventa un caso che in natura non esiste, ch'è del tutto impossibile o almeno non conosciuto da alcuno, e da questo egli tira delle conchiusioni sopra casi veri, comechè fosse ciò una semplice manovra della sua malizia. Egli s'immagina un campo fertile, straordinariamente ricco di elementi delle ceneri delle piante, e nel modo più ingegnoso gli fa pervenire da sotto quel che da sopra gli vien tolto. Avendolo così fatto inesauribile, egli prosiegue a conchiudere, che tutti i campi fertili, i quali erano fertili e continuatamente senza soffrire alcun esaurimento dànno raccolte, debbano comportarsi nel modo appunto come questo campo ipotetico, il che non è impossibile. Da ciò naturalmente s' inferisce, che le specie più cattive di terreno, tra le quali certamente non sono comprese che le sole assolutamente sterili, abbiano bisogno *ab ovo* che loro vengano somministrati alimenti minerali, imperocchè sarebbe cosa impossibile, supponendovi un difetto di questi ultimi, che esse avessero potuto dare delle raccolte anche non contenendo questi componenti delle ceneri. Quindi è chiaro, che essendo tutti i campi inesauribili in quanto agli elementi delle ceneri, solamente i campi sterili per divenir fertili hanno mestieri che questi vengano loro addotti, e, per rimaner fertili, che venga supplito ciò che ne hanno perduto.

Se un contadino ignorante, il quale per trent'anni dopo arati e seminati i suoi campi ha veduto seguire le raccolte, e sapendo che tanto suo padre quando suo avo abbiano pure ciascun di essi per trent'anni fatte raccolte sopra lo stesso campo, e dopo le stesse operazioni, fondandosi sopra questi fatti, crede che questo campo dovesse somministrare raccolte per altri trenta, sessanta o cento anni, noi glielo dobbiamo perdonare per la sua ignoranza. Ma se

questo stesso contadino deve confessare che suo avo, suo padre ed egli stesso abbiano dovuto concimare ogni anno il campo, e che questo nel concime non abbia mai ricevuto elementi delle ceneri e che questi anche quando li abbia ricevuti sieno stati di niun effetto sulle raccolte, e quindi che l'aggiunzione fattane sia perciò stata inutile, noi gli voltiamo la faccia, commiserandolo.

Se il contadino fosse stato capace di fare una esatta osservazione, avrebbe per avventura veduto che il suo monte di letame nel suo effetto declinava sempre e che suo avo con molto meno di letame raccoglieva molto più grano di quello che egli di presente raccogliesse con tutto il suo letame; si sarebbe avveduto che per lo attuale esercizio della sua industria si ritrova costretto di intercalarvi, onde conservare la fertilità dei suoi campi, certe piante, cosa di cui suo avo non aveva alcun bisogno.

Noi abbiamo creduto che nell'agricoltura si trattasse della produzione del grano e della carne, e che gli studi dei duci e maestri dell'arte agraria pratica fossero stati almeno diretti alla ricerca dei mezzi più opportuni onde conservare i campi da grano e da foraggio in uno stato sempre eguale di fertilità; ma ora dagli scritti dei nostri agrologi moderni abbiamo imparato qualche cosa di meglio: la produzione di grano e di carne si ritrova essere subordinata *alla produzione del letame.*

Per le piante cereali, così essi insegnano, il suolo sarebbe sempre fertile, basta che non vi abbia difetto di letame. « Innanzi tutto si abbiano foraggi, e poi il grano verrà da sè ». « La scienza non insegna molto all'arte agraria, volendo insegnare agli agricoltori il modo di forzare la natura, e di far sì *che non abbiano più bisogno di letame;* » (V. p. 127) « l'agricoltura non desidera di essere emancipata dalla servitù degli avvicendamenti, imperocchè da questi essi (gli agricoltori) potrebbero da sè liberarsi in parte, se si trovassero nel caso di poter concimare più fortemente » (V. p. 129). La maggior parte degli agricoltori preferirebbe ad ogni altra la coltura dei frumento e quella del colsat, ma ciò non va bene, perchè il suolo reclama il suo letame e senza un giusto avvicendamento non si ha letame » (V. p. 129). « Il letame è da considerarsi come il materiale che nell'industria agraria si lavora » (V. p. 124). « Quindi un suolo ricco è quello che produce molto letame, come povero è quello che ne produce poco; e da ciò deriva la ripartizione dei vegetabili in piante che risparmiano, che smungono e che producono il letame. Or siccome

le differenti specie di trifoglio e di cedrangola sono le piante che producono il concime più eccellente, e il concime è l'anima dell'agricoltura, così tutto dipende dalla coltura di queste piante ».

Grazie dunque agli agrologi pratici, come si vede, la più difficile di tutte le industrie, che dà i suoi prodotti con le macchine le più complicate, come sono gli esseri organici, e che nel suo esercizio dipende da influenze che nessuna potenza umana può dominare, si ritrova ricondotta sopra un fondamento ch'è il più semplice di quanti se ne possano immaginare, atto ad esser compreso fin dal più zotico contadino, sopra la *produzione* cioè *del letame* per mezzo delle *piante da foraggio*.

Ma quali son poi gli effetti che si son conseguiti mercè questa dottrina che si mostra così calda del suo letame? Chiaro e distinto si manifesta lo stato presente dei nostri campi dai lamenti e dalle preghiere notate quì appresso e che meritano egualmente la nostra commozione e il compatimento.

« *Se le scienze naturali ci fornissero i mezzi di poter coltivare queste piante (trifoglio e cedrangola, ec.) sul medesimo suolo più spesso di quello che ci riesce possibile secondo le attuali esperienze, si sarebbe trovata là pietra filosofale per l'agricoltura, imperocchè sarebbe di poi cura nostra il tramutarle in forme corrispondenti ai bisogni umani.* »

Ecco dunque quale è il frutto della dottrina di questi uomini prudenti, savi e circospetti, i quali sostengono che i campi fertili sieno inesauribili in quanto agli alimenti minerali delle piante.

Adunque solo per creare letame è buona la scienza; nè vogliono da essa imparar cosa alcuna; è solamente un pezzettino della pietra filosofale che essi chiedono; è solo quando l'avrà trovata che questa esperta gente, la quale si è illuminata con tanta coltura del suo spirito, con chimica, geologia, botanica, fisica ec., ci vuole procacciare pane e carne a profusione; or questo lo potrà attuare allora qualunque più semplice ed inesperto servo di contadino, purchè noi gli diamo letame. Ed è perciò che il piccolo e povero Giafet, chiamato « teorica minerale », il quale va in cerca di suo padre, vien così aspramente trattato, perseguitato e posto in derisione, e ciò perchè era di avviso che anche la borsa più grande diventa vuota allorchè da essa sempre si toglie senza mai rimettervi niente. Ma vent'anni sono, quando si aveva ancora letame in abbondanza, chi poteva immaginarsi che a queste capricciose piante da foraggio potesse venire il ticchio di non voler più produrre letame, di non voler più *risparmiare* il suolo ed *ar-*

ricchirlo? Il suolo naturalmente non ne porta la colpa; giacchè essi insegnano che sia inesauribile, e quelli che adesso hanno ancora letame abbastanza loro prestano fede, e credono che la sorgente dalla quale l'attingono non cesserà giammai dal darne. E di vero, se questo suolo potesse gridare come una vacca o un cavallo da cui si volesse ottenere un massimo di latte o di lavoro somministrando loro il minimo di alimenti, per questi agricoltori esso sarebbe molto peggiore dell'inferno di Dante! E però il vantaggioso esercizio di questo genere di moderna agricoltura non è possibile se non sopra estensioni assai grandi di terreno, imperocchè la rapina finisce ben presto sopra i fondi piccoli. Se invece di rubare il cuoio, avessero governato il vitello, questo sarebbe forse diventato un bue e noi ci saremmo trovati liberi per l'avvenire dalla paura di avere a camminar scalzi.

Ma però non dobbiamo ancora disperarci.

Questi savi, provvidi ed esperti uomini, hanno trovato il mezzo di supplire alla penuria del letame. Questo mezzo secondo essi, consisterebbe semplicemente in ciò, che, invece del letame di stalla *fermentato*, s'impieghi letame di stalla *fresco*. Se gli agricoltori poco accorti e negligenti, i quali non ancora lo fanno, si volessero decidere a ciò, molte lagnanze quanto al mancare del letame non s'ascolterebbero più.

« *Per quanto sia generale la lagnanza circa il difetto del concime*, per quanto grande sia la pena che gli agricoltori si danno onde agevolare la vegetazione, per quanto coltivino foraggi per avere molto letame, essi, allorchè l'hanno ottenuto, lo *lasciano trascurato ne' letamai*. Si può ben ammettere che nelle nostre economie rurali il letame quasi generalmente non viene giammai adoperato se non è mezzo putrefatto. A questo stato il letame ha perduto 25 per 100 della sua massa, e in questa perdita vi è compreso l'azoto *tanto prezioso, ma io voglio anche ammettere che la massa perduta abbia lo stesso valore che la massa rimanente*. Se tutti gli agricoltori ponessero in opera il loro letame nello stato più fresco ch'è possibile, ne perderebbero non più del 5 per cento, e le nostre piante coltivabili se ne avvantaggerebbero del 20 per 100. Ma non solo questi 20 per 100 degli alimenti, che così verrebbero impiegati per vantaggiare la vegetazione delle piante, si convertirebbero in sostanze vegetabili, ma altri alimenti ancora, provenienti dall'atmosfera e dal suolo, si unirebbero a quelli (p. 131).

« Non occorre una maggiore produzione di foraggi fintanto

che non vogliamo ancor maggiormente vantaggiare la vegetazione. E però i 20 per 100 del capitale di letame si potrebbero impiegare per aumentare la sola produzione dei grani, ec., la quale rispetto al numero costante del bestiame risulterebbe di altrettanto maggiore. Ciò avrebbe per effetto delle offerte più frequenti di grano sulla piazza, e un prezzo più modico e più equilibrato in rapporto alla produzione del bestiame. I produttori e i consumatori ne otterrebbero dei reciproci vantaggi; ma ulteriori e più grandi vantaggi si conseguirebbero ancora. Invece di adoperare solo per la coltura dei grani i 20 per 100 di letame ricuperati sul modo di usarlo, tutti gli agricoltori potrebbero restringere di 20 per 100 la loro coltura di foraggi; la produzione dei grani rimarrebbe la stessa, la produzione del bestiame si diminuirebbe del 20 per 100, e perciò il prezzo ne aumenterebbe, mentre quello del grano non verrebbe ad alterarsi. Se la maggior parte dei 20 per 100 del letame guadagnato si adoperasse per la coltura dei grani, e la minore per la coltura dei foraggi, ciò tornerebbe a profitto dei producenti e dei consumatori; però sarà più grande il profitto, come è giusto, in quanto a' producenti — e tutto ciò per effetto dei 20 per 100 di sostanze volatili, che gli agricoltori oscitanti lasciano andare perduti non usando la debita cura per conservarli nel letame, e ciò per mezzo di letamai costruiti in modo da non permetterne la esalazione » (p. 132).

Da questa proposizione, se mai alcun dubbio rimanesse ancora, risulta incontrastabilmente che il moderno agrologo pratico non attribuisce il benchè minimo valore alle parti minerali del letame, ma invece alle sostanze combustibili che in esso sono contenute. Col 20 per 100 di queste sostanze che il letame fresco perde diventando maturo, quell'esperto agronomo pratico ci vuol dare a credere che si possano produrre come meglio ci aggrada, 20 per 100 di grano e di trifoglio, ovvero di carne.

Siccome il letame di paglia ha casualmente migliorata la natura fisica dei suoi campi, avendovi prodotto un effetto più favorevole che il letame minuto perchè marcito, quel praticone di agronomo insegna, ad onta dei fatti contrari provati da migliaia di casi, che il letame fresco debba per necessità accrescere sopra tutti i campi la facoltà produttiva. Egli ci vuol far credere, che, asportando semplicemente il grano dai nostri campi da frumento e sotterrandone la paglia coll'aratro, la fertilità di essi venga, in

ogni anno che si succede, a crescere di tanto, quanto scemerebbe se la paglia si facesse servire di strame e diventare letame!

Ma qual'è ora la causa di questo grande effetto prodotto dal letame fresco di stalla, e perchè devesi preferirlo al letame maturo? Anche questo ce lo dice il nostro pratico: « *Il letame fresco* (così egli si esprime), *contiene più di azoto che il marcito, ma questo poi all'incontro contiene più degli elementi delle ceneri* » (V. p. 101). Perciò dunque il letame fresco è più efficace del vecchio! Ben l'analisi chimica addimostra, che *il letame di stalla marcito contiene più di azoto che il fresco*, ma in cose di tal fatta deve decidere l'esperienza; e siccome prodotti maggiori non si possono ottenere se non *per effetto* della maggiore aggiunzione *di azoto*, ben si comprende come l'analisi abbia torto.

Ma però non sembra che il nostro agrologo pratico ritenesse per sufficienti abbastanza quei 20 per 100 di letame che i suoi campi ricevono di più, imperocchè egli dice: « Siccome le materie atte alla concimazione, come la paglia e i foraggi, costano cari, e gli agricoltori a qualunque costo debbono aver letame, e siccome questo viene a costare anche di troppo pei bassi prezzi con cui si pagano i prodotti ricavati dagli animali, si sono cercati da molto tempo dei mezzi che surroghino il letame. Un tal mezzo negli ultimi tempi noi l'abbiamo pressochè rinvenuto nel *guano.* »

Ma che cosa è il guano, *e in che consiste l' utile che la sua applicazione reca all' agricoltore?*

Il *guano* è composto dal residuo degli escrementi di uccelli che si nutrono di pesci, cioè di carnivori, e contiene essenzialmente gli elementi delle ceneri della carne de' pesci, più una certa quantità di sali ammoniacali.

Dalla comparazione delle differenti specie di guano s'inferisce, che le migliori qualità di esso contengono gli elementi delle ceneri del grano ed una certa quantità di fosfato di calce, la quale è pure una parte integrante delle ceneri delle nostre erbe prative e delle piante da foraggio. L'effetto che ha il guano sui nostri campi da frumento è dunque innegabile. Noi da secoli abbiamo sottratti ai medesimi per la coltura del frumento i principi minerali dei grani, più una gran quantità di fosfato di calce (nelle osse del bestiame esportato) senza *alcuna restituzione;* noi abbiamo lasciate ai campi solo le condizioni mercè cui si potesse produrre della paglia.

Le maggiori raccolte di grani, che si conseguono facendo uso

del guano per concimare, sono la conseguenza naturalissima della restituzione degli elementi del grano che si è venuta a fare ai campi, a cui con tanto sciupio di forze gli avevamo ritolti. Le maraviglie che si fa il coltivatore del grano sulla strordinaria efficacia del guano, sono propriamente cagionate soltanto da questo, che egli, cioè, vede come due pugni di guano producono un maggiore effetto che non un carro di letame, vede la piccola quantità del concime e la gran quantità di più del grano raccolto, cose che gli rovesciano a dirittura tutte le idee che egli del letame si avea formate.

Pel nostro esperto agrologo pratico il guano, come di per sè s'intende, non è altro che un mezzo per la produzione di letame. L'idea che l'agricoltura si ha fatto del guano è quella di un concime « *ausiliario* » di cui, fino a tanto che la sorgente dalla quale deriva ce ne fornisce, dobbiamo farne uso per *aumentare* il nostro capitale di concimi (V. p. 137).

Che l'effetto del guano sia cagionato dal suo contenuto di sostanze volatili e combustibili, per quel pratico, come è naturale, non vi può essere alcun dubbio; ma sentiamo non pertanto quali sono gli effetti che egli ci pronostica dall'uso del medesimo.

« L'uso generale del guano non può aver che un effetto consimile a quello che si otterrebbe se in avvenire si facesse uso del 20 per 100 di concime che attualmente vanno perduti sui letamaî. Quei coloni dunque che tuttavia fanno infracidire il loro letame agiscono perciò con poco senno se si affannano a comprar guano prima di essersi convenevolmente prevaluti di quello che hanno » (V. p. 136). Delle parti componenti le ceneri non si tiene alcun conto.

Non meno stravaganti sono le idee del nostro agrologo pratico sul comportamento dei campi durante la coltura.

« *Comechè le piante si accogliessero annualmente, può non pertanto venire esportata dal suolo in ogni anno e costantemente la stessa quantità di prodotti (p. es. sopra un prato non concimato). Essa è la produzione naturale del suolo. Il suolo sta e rimane stabile sul punto fisso agronomico* » (p. 103).

« Se dopo uno o più anni le piante muoiono sopra quel suolo su cui sono cresciute e s'imputridiscono, vi si accumulano a poco a poco sostanze che lentamente si abbruciano, val quanto dire, prodotti della eremacausia e del logoramento. Nasce da ciò un'*altra sorgente per le due specie di alimenti*, ed è per questo che lo svi-

luppamento di quelle progredisce più energicamente » (p. 101).

« Per le ulteriori e nuove colture vengono *sottratti* al suolo più *elementi minerali di prima*, come pure i prodotti della eremacausia ».

« Dopo una serie di anni e un corrispondente numero di raccolte il suolo discende di bel nuovo alla sua fertilità primitiva ossia al suo punto *fisso*. *Esso si ritrova di aver raggiunta di nuovo la sua primitiva composizione, e siccome in altro non ha variato, questo cambiamento avvenuto nel suolo deve perciò ritenersi come la causa verosimile della sua accresciuta e dipoi scemata fertilità.* »

« Il letame si compone di sostanze animali e vegetali che si ritrovano nello stato di eremacausia, e che contengono pure una certa quantità di elementi minerali; ed è perciò che per mezzo del letame lo sviluppamento delle piante può venire *accresciuto così bene come per le piante che sopra i campi imputridiscono.* »

Da queste proposizioni che vengono esposte come principî fondamentali dell'arte agraria, s'inferirebbe, che i nostri campi si comportassero come prati non concimati; cosicchè, coltivando grano, rape o trifoglio sopra uno stesso campo, avremmo da sperare di raccoglierví annualmente, senza concimazione alcuna, una stessa quantità media costante di questi prodotti. Ciò costituirebbe la produzione naturale o il *punto fisso agronomico* del suolo!

Lasciando noi perire e disfarsi sul campo piante di prato, di grano o di trifoglio, si accumula, nel suolo, letame, il quale lo rende fertile. Noi otteniamo così maggiori raccolte, ed *esportiamo in conseguenza una quantità di elementi minerali maggiore di prima, onde il suolo ne diventa più povero.*

Avendo ciò praticato per più anni consecutivi, il suolo, così *spogliato degli elementi minerali*, discende al suo *punto fisso.* Esso ha raggiunta la sua primitiva composizione (val quanto dire, *non contiene più di sostanze combustibili che in sul principio), e siccome altri cambiamenti non si sono avverati*, (dai quali tutto dipende), così questo cambiamento del suolo (cioè l'aumento e la diminuzione delle sostanze combustibili) deve ritenersi come la causa verosimile della sua fertilità aumentata e dipoi nuovamente diminuita.

Tutte queste opinioni che abbiamo riprodotte dalla citata memoria non sono le idee di un uomo solo, ma, con poche eccezioni, sono le idee di tutta la classe degli agronomi pratici. Ciò che l'autore di quella memoria insegna, non fu da esso inventato; egli altro non fece se non ridire quello che gli era stato inse-

gnato. Io ho esposte queste dottrine non per sottoporle senza riguardo di sorta alla mia critica, ma perchè, senza che io premettessi una fedele sposizione delle dottrine dell'uomo pratico, le mie teoriche sarebbero rimaste incomprese nei tempi presenti, come anche perchè nei tempi che verranno, nè son forse lontani, potrebbero sembrare senza ragione e senza scopo alcuno.

I lettori mi dispenseranno dall'aggiungere anche un'altra parola; ciò che ho citato è la chiave, come suol dirsi, per risolvere la contesa che si è sollevata circa il riconoscimento e l'applicazione dei principî scientifici nella pratica, e credo ognuno sia in grado adesso di rendersi ragione, che questi non si accordino colle menti preoccupate degli agronomi pratici.

Molti agronomi credono che in questa contesa si tratti di parole e non già di principî, e che una riconciliazione sia possibile. Essi opinano che, qualora ammettessero l'efficacia delle parti minerali, si dovesse come cosa giusta ammettere anche dall'altro lato l'efficacia delle sostanze combustibili, e che così la contesa arriverebbe a comporsi in una maniera abbastanza felice. Se di fatti il conflitto per la ricognizione dei principî scientifici non avesse uno scopo più sublime che di concedere l'aggiunzione delle cipolle nel brodo, cosa che prima era vietata, o che ora sia permesso di aprire le uova piuttosto alla punta che alla parte opposta, essi avrebbero certamente ragione.

E di fatti hanno ragione fintanto che portano opinione che il più esperto maestro birraio che fabbrica la migliore qualità di birra in Monaco sia l'uomo più atto ad occupare la cattedra che in quella città si volesse fondare di un corso sulla fabbricazione della birra (1). Io da parte mia sono di avviso che un uomo simile non verrebbe raccomandato dal sig. G. Sedlmayr in Monaco per

(1) Questo periodo si riferisce alla istituzione di molti stabilimenti agrologici in Germania, che sono per lo più dotati di estesi fondi rustici, i quali sono amministrati nello stesso modo come tutti gli altri beni dello Stato. La rendita dei fondi entra nell'erario pubblico. La scuola e i fondi stanno tra loro uniti nella persona del direttore, a cui compete la coltura delle terre e nel tempo stesso la direzione degli studî; della rendita netta della coltura gli è dovuta per lo più una tangente. Vi sono degli uomini capaci a soddisfare con tutto il successo all'uno e all'altro di questi incarichi; ma in dritta regola un buon tecnico non è l'uomo atto agl'insegnamenti della scuola, come quest'ultimo non è l'uomo che ha in mira di ricavare una vistosa rendita da un complesso di terre.

esporre i principi scientifici della fabbricazione della birra, ancorchè abbia diretto i suoi estesi affari da venti anni con avvedutezza, ed abbia a lui apportato tutto l'utile possibile.

LETTERA XLVI.

L'agricoltore empirico è un industriante, che produce carne e grano: senza alcun altro pensiero egli è tutto inteso a ricavare dai suoi campi delle raccolte per quanto può maggiori, e quel procedere ritiene che sia il migliore e che gli fornisca prodotti con minima spesa e nel tempo più breve. E perchè dovrebbe agire altrimenti? Da secoli si è proceduto così, ed egli opera a puntino come gli è stato insegnato. Quei che lo hanno preceduto non hanno mai dimandato ciò che avveniva del campo e quali effetti il loro procedimento esercitava sul medesimo — perchè dovrebbe fare una simile inchiesta? Se gli riesce di lucrarsi il suo vitto giornaliero, di pagare l'affitto o di ricavare l'interesse del capitale che ha impiegato, come altresì di acquistare qualche fortuna, ciò costituisce per mezzo dell'unica pruova, il fatto, che il modo suo di operare sia il migliore. Se il frumento, il trifoglio, le rape e le patate non trovano più bene come per lo passato sopra i suoi campi, egli sperimenta se variando la coltura di essi con altre specie di piante non si trovasse meglio, e attribuisce la causa della diminuzione delle sue raccolte a tutti i fenomeni che sono accaduti da quando egli ha cominciato ad avvedersi di una siffatta diminuzione. Ne porta la colpa l'essersi tagliata una selva non discosta, o la strada di ferro o una fabbrica chimica, che si sono costruite nelle vicinanze, o pure i tanti temporali dell'anno scorso, e in ultimo qualunque altra causa; *ma nè egli stesso nè il suo procedere non ne porteranno giammai la colpa*, imperocchè nulla in questo si è cambiato da tanti anni, il suo monte di letame non ha cambiato di volume, ed i suoi campi hanno l'aspetto consueto.

Come uomo di mestiere, l'agricoltore, si ritrova nella posizione di un calzolaio, al quale non compete d'istituire indagini

sulla origine del cuoio da suole e delle altre specie di cuoi, nè sul melodo con cui vengono preparati nelle concerie, nè sulle cagioni che ai cuoi rendono le buone qualità, e che non pertanto volendo pure di queslo ingerirsi, probabilmente non potrebbe fornirci nè buone scarpe nè a buon mercato. Il vero calzolaio non si cura di cose simili e le lascia che un altro ci pensi; se egli ha qualche coltura, studia l'anatomia del piede e confeziona scarpe che incantano gli occhi delle dame, e stivali che non generano calli, nè difformano il piede. Ad una simile perla di calzolaio non verrebbe mai in testa di cominciare una contesa col chimico sul cuoio, la pece e lo spago, imperocchè gli mancherebbe a ciò il tempo, ma sarebbe grato al chimico se questo gl'insegnasse come le migliori qualità di cuoi da suole e da tomai che servono ai differenti usi si possano riconoscere e distinguere.

L'agronomo scientifico e l'agrologo hanno missioni ben più sublimi; l'agrologo deve collocarsi al di sopra della pratica, guidarla e mantenerla sulla retta via; è suo ufficio sottomettere ad un serio esame il metodo di coltura dell'agricoltore empirico e guidarlo alla intelligenza del suo operare. L'agronomo scientifico deve esaminare se il suo proprio procedere si accordi con le verità ben riconosciute e con le leggi della natura o pure se le contrarii; non deve mai perdere di vista che lo scopo della vera pratica non consiste *soltanto nel conseguimento temporaneo di prodotti maggiori*, ma ben vero nella loro *perpetuità*, nella ripetizione, cioè, normale e costante del massimo fruttato della terra.

Se l'agronomo invece d'illuminare, guidare la pratica e sopperire al difetto, si fa trasportare da idee che hanno per mira di giustificare l'empirico procedere dell'agricoltore; se egli, riconoscendo che questo procedimento sia contrario alle sovrane leggi della natura, argomenta che queste leggi non possano trovare applicazione nella pratica, che l'agricoltura cioè non si trovi soggetta a quelle leggi sovrane; se egli sostiene che la pratica e la scienza sieno cose che si possono separare l'una dall'altra, che in scienza una cosa possa essere *vera*, e *falsa* nella pratica — egli si troverà molto al disotto dell'uomo pratico, il quale in dottrine di tal fatta non può trovare alcuno ammaestramento, imperocchè queste altro non sono che un'immagine del suo proprio procedere, rivestita di percezioni false.

Una legge semplice e generale della natura domina sopra la quantità e la durata dei prodotti della terra.

La *quantità* dipende dal complesso delle condizioni di fertilità che vi esistono, e la *durata* dalla *permanenza* di questo complesso di condizioni.

Un agronomo pratico, Alberto Block, deve aver detto: *Tutto ciò che una economia rurale può durevolmente esitare deve essere uguale al prodotto dell'atmosfera: un campo dal quale niente si esporta non può che crescere e non mai diminuire di forza*. Espressa nella formola seguente: *Una economia rurale può durevolmente esitare tutto ciò che è uguale al prodotto dell'atmosfera — un campo dal quale si esporta non può nè conservare quella che ha, nè accrescere la sua forza*, questa sentenza si ritrova essere identica alla legge della natura. Nella sentenza di quest'uomo veramente esperto, a cui la futura agricoltura ergerà un monumento, si ritrovano espressi tutti i principi del procedimento ragionato e tutto il sapere che le scienze naturali possono insegnare all'agricoltore pratico.

Qualunque sistema di economia rurale che venga a ledere questa legge della natura merita il nome di *rapina*.

Se un agricoltore coltiva alternativamente sopra tre campi, patate, grano e brave o trifoglio, ovvero se coltiva uno stesso campo alternativamente con patate, grano e brave, e se egli *vende* i frutti raccolti (il grano, i tuberi delle patate e le brave) *e continua per molti anni a farlo senza concimare il campo*, anche il più semplice contadino gli predirà la fine di questo procedimento, dicendogli come un sistema di tal fatta non è possibile che duri lungamente. Qualunque sieno le piante coltivabili, qualunque la varietà dei culmiferi, delle tuberose o di altre piante che venissero prescelte o avvicendate in qualsiasi modo — il campo vien posto alla fine in uno stato, in cui si raccoglie dei culmiferi il solo granello seminato, non si ottengono più tuberi dalle patate, ed in cui le brave o il trifoglio vanno a perire appena sviluppati.

Da questi fatti risulta incontrastabilmente, che non vi sono piante che *risparmiano* il suolo, nè piante che lo *arricchiscono*.

Innumerevoli fatti hanno insegnato all'agricoltore pratico, che in molti casi il prospero allignare di una specie di pianta dipende dalla coltura anteriore di un'altra pianta che l'ha preceduta sullo stesso terreno, e che non sia mica cosa indifferente l'ordine con cui egli coltiva le sue piante; per la coltura precedente di una pianta sarchiata, o di una pianta con estese ramificazioni radicali il suolo si rende più adatto per la prospera vegetazione di una pianta culmifera che a una di quelle succede. Le

piante granifere prosperano meglio, e ciò senza applicazione (o con risparmio) di letame, e danno *rendite più copiose*. Ma per le colture *susseguenti* non vi è nè *risparmio* di letame, nè tampoco il campo viene ad essere arricchito delle condizioni della sua fertilità. Non fu accresciuta la somma dei principî alimentari, soltanto le parti efficaci dei medesimi furono accresciute e la loro azione accelerata rispetto al tempo.

La costituzione fisica e chimica del campo fu migliorata, ma il suo contenuto di parti chimicamente attive vi si diminuì; *tutte le piante senza eccezione alcuna, ciascuna nel suo proprio modo, esauriscono il suolo in quanto alle condizioni della loro riproduzione.*

Vi sono dei campi, sopra i quali, senza concimazione alcuna, si possono alternativamente coltivare le suddette o altre piante per sei anni, e sopra altri per dodici, per cinquanta o per cento, ma il risultamento finale è immancabilmente lo stesso: il suolo perde la sua fertilità.

In questi prodotti l'agricoltore vende il suo terreno; in essi egli vende certi elementi dell'atmosfera, i quali affluiscono da per loro al suo campo, più certi elementi di quest'ultimo; che sono la sua proprietà e hanno servito a formare dagli elementi atmosferici il corpo vegetabile, di cui essi fanno parte; esportando questi cereali, egli priva il suo campo delle condizioni in quanto al loro riprodursi; un tale sistema di coltura merita a giusto titolo il nome di *rapina*.

Se tutti gli elementi sottratti al suolo e venduti sotto forma di cereali fossero stati ricondotti interamente sopra il campo dopo ciascun anno, o dopo ciascun avvicendamento triennale, il campo avrebbe conservata interamente la sua fertilità; il guadagno dell'agricoltore sarebbe divenuto minore per la ricompra degli elementi del suolo sottratti, ma questo guadagno avrebbe avuto una durata da non finire.

Gli elementi del suolo sono il capitale dell'agricoltore; gli alimenti atmosferici sono gl'interessi che egli ritrae dal suo capitale: con gli uni egli produce gli altri. Nei cereali egli esita una parte del suo capitale co' rispettivi interessi; negli elementi minerali del suolo il suo capitale fa ritorno al suo campo, il che val quanto dire, nelle sue mani.

Qualsisia amministrazione fondata sulla rapina genera miseria. Il paese più ricco dell'Europa in oro ed in argento era perciò il paese più povero. Tutto ciò che le ricche flotte dell'argento ap-

portavano dal Perù e dal Messico in metalli nobili alla Spagna, si sfumava nelle mani dei suoi abitanti, perchè dimenticavano o non esercitavano più quell'arte che faceva ritornare nelle loro mani il danaro che essi per soddisfare ai proprî bisogni avevano posto in circolazione nel commercio mondiale; e ciò, perchè non sapevano creare cose di valore, di cui abbisognassero le altre nazioni che si trovavano in possesso di quello già speso. Non è se non in questo modo che si conservano le ricchezze.

Non il campo per sè stesso, ma sibbene gli elementi del terreno atti all'alimentazione delle piante costituiscono la ricchezza dell'agricoltore; pe'l loro mezzo egli produce le condizioni indispensabili al genere umano per mantenere la sua temperatura e la sua forza di lavoro. La coltura *razionale*, a differenza della *rapace*, è poggiata sulle *restituzioni*; ond'è che col far ritornare le condizioni, il coltivatore conserva la fertilità dei suoi campi.

Gli effetti dell'economia rapace in niuna parte del mondo sono più evidenti e palpabili di quello che lo sieno in America, ove i primi coloni trovarono nel Canadà, nello Stato di Nuova-York, in Pensilvania, nella Virginia e nella Marilandia, estensioni di terreno che, previa una smossa superficiale coll'aratro e la sementa, producevano per una serie di anni raccolte di frumento e di tabacco da appagare le ingorde brame dei coltivatori, senza che neppur pensassero di restituire alle terre quanto sottraevano loro nei grani e nelle foglie di tabacco (1).

(1) Nuova-York. « Nella discussione che ebbe luogo nella Camera dei rappresentanti del Congresso degli Stati Uniti, dietro la proposizione di una legge progettata e dipoi approvata, in virtù della quale ai diversi Stati si dovevano donare sei milioni di *acri* di terra del Congresso per fondare e mantenere scuole agrologiche e d'industria, il sig. Morrill di Vermont da cui fu fatta la proposta, provò in un classico discorso, per mezzo d'indicazioni statistiche, quanto sieno necessarie queste scuole pei nostri coloni (*farmers*) i quali nella coltura del loro suolo agiscono con un vero vandalismo. Egli mostrò che rispetto alla coltura in generale ed in particolare rispetto alla presente coltura delle scienze si stia in America molto addietro in confronto all'Europa, e che le triste conseguenze di ciò già si manifestino in un modo spaventevole; che in generale il metodo di coltura di tutte le terre sia così difettoso da rendere d'anno in anno sempre più povero il suolo; che il venire la naturale forza produttiva del terreno incessantemente diminuita, sia un vero furto eseguito dai singoli individui a danno dei beni nazionali.

La seguente tavoletta mostra in qualche modo l'aumentare delle rac-

Noi tutti sappiamo che sia addivenuto di quei campi. In meno di due età d'uomo quei campi tanto ricchi erano di già con-

colte in dieci anni in diversi Stati del Nord. Il numero dei *bushels* [1] di frumento che si sono prodotti era nei:

	1840	1850
Connecticut	87 , 000	41 , 060
Massachusetts	157 , 923	31 , 211
Rhode Island.	3 , 098	49
Nuova Hampshire . . .	422 124	185 658
Maine	848 166	269 259
Vermont	495 800	535 955
Totale. . . .	2014 111	1090 132
	Patate	
Connecticut	3 414 238	2 689 805
Massachusetts . . .	5 385 652	385 384
Rhode Island. . . .	911 973	651 029
Nuova-Hampshire . .	6 206 606	4 304 919
Maine	10 392 280	3 436 040
Vermont	8 896 751	4 951 014
Totale . . .	35 180 500	19 418 191

Non meno significante e caratteristica in molti Stati del Sud è la diminuita produzione. Il numero dei *bushels* di frumento prodotto fu nel

Tennessee.	4 569 692	1 616 386
Kentucky	4 803 162	2 142 822
Georgia	1 801 830	1 088 534
Alabama	838 052	294 044
Totale . . .	12 012 726	6 144 796

Questi numeri mostrano ad evidenza che in tutte le parti dell'Unione furono esausti elementi essenziali del suolo e che la fertilità di questo diminuisce sempre di più. Nello Stato di Nuova-York vi sono 300,000 pecore di meno che trent'anni addietro. In un periodo di cinque anni la diminuzione ne ascendeva quasi al 50 per 100, ed il numero dei cavalli, delle vacche e dei porci al 15 per 100. Nell'anno 1845 furono raccolte 13 391 770 *bushels* di frumento; da quel tempo in poi le raccolte ne diminuirono da anno in anno e nell'ultimo non si sono oltrepassati i sei milioni. »

« La raccolta media in gran-turco sopra un *acre* era nell'anno 1844 = 24 75/100 e nell'anno 1854 solamente 21 2/100 *bushels*. La raccolta

[1] Il bushel (8 galloni) = 0,634381 tomoli napolitani = 0,833184 barili napol. = 36,3476614 litri francesi. *Trad.*

vertiti in deserti, ed in molti distretti ridotti in uno stato che dopo un secolo di riposo non danno più raccolte rimuneratrici di nessuna pianta granifera. In quel modo appunto come in Europa ciascun agronomo si bea nella credenza che il metodo da lui seguito nella coltura faccia eccezione e sia migliore di ogni altro metodo, e che, *conformemente alle osservazioni* da lui fatte, i suoi campi fertili non abbiano bisogno di restituzione alcuna onde perdurare nello stesso stato di fertilità, così ancora ogni primo colonista credeva in sul principio, che il suo campo per le piante che vi coltivava facesse una eccezione agli altri campi. Anche a lui la sua esperienza sembra bastevole per poter esser certo della

media di frumento fatta nel 1850 per *acre* era nella Virginia e nella Carolina del Nord non più di 7 *bushels* e nell'Alabama non oltrepassava 5 *bushels*. Nelle nuove tenute del Texas e dell'Arkansas le raccolte di bambagia ascendono da 700 a 750 libbre per *acre*, mentre non se ne ha che la metà sugli antichi campi della Carolina del Sud. Nella Virginia la raccolta totale in tabacco era nel 1850 minore di quella del 1840 per 18 milioni di libbre. Niun'altra raccolta si è sperimentata così perniciosa alla fertilità del suolo come quella della pianta del tabacco, ed in molti Stati si trovano estesissimi territorî che ora sono deserti, dopo che anno per anno per un secolo intero erano stati coltivati a tabacco, grano e frumento. Non vi è dubbio alcuno che i 3/4 delle terre coltivate dalla Unione non sieno più o meno soggetti ad un consimile processo di esaurimento. Secondo una estimazione del D.r Lee della Georgia l'annua rendita del suolo di 100 milioni di *acri* di terra negli Stati Uniti diminuisce ogni anno di 10 *cents* per ciascun *acre*, ciò che ascende a 10 milioni di *dollari*, e costituirebbe una perdita annua di 166 666 666 *dollari* — somma che oltrepassa tutte le rendite degli erari dell'Unione e degli Stati.

« Anche gli altri rami dell'agricoltura sono soggetti a perdite enormi per difetto di cognizioni che non altrimenti si possono rendere generali se non per mezzo delle scuole agrarie. Uno dei più intelligenti economisti del Massachusetts stima l'annua perdita del suo Stato in bestiame di ogni specie, e nelle cascine, esser di più milioni di *dollari*. La perdita che lo Stato di Nuova-York per la ignoranza della scienza veterinaria soffre ogni anno sopra i suoi 447 014 cavalli è stimata a niente meno che 2 milioni di *dollari*.

Queste indicazioni statistiche non potevano certamente mancare di produrre l'effetto desiderato, e la Camera approvò ben volentieri la dimanda fatta, onde richiamare in vita senza perdita di tempo scuole agrologiche e d'industrie. Sarebbe cosa veramente da deplorarsi se il Senato prima del suo prossimo aggiornamento non trovasse il tempo che fa mestieri per esaminare ed accettare la proposta. » (Gazetta universale Nr. 175. Appendice del dì 24 giugno 1858).

durata senza limite della loro fertilità; ma prima che i suoi figli diventino adulti egli s'avvedrà del suo errore; la sua tenuta passa nelle mani di un altro, il quale nello stesso modo come il primo, e solamente con maggiore capitali e fatiche, si mette a depredare il terreno. E quando anche quest'altro colono si accorgerà che il suo aratro più non basta a mantenere la rendita all'altezza primitiva, allora soltanto il campo passa nel possesso del colono tedesco a cui si era imparato che il letame sia l'anima dell'agricoltura — una sapienza della quale quelli che lo precedettero nulla sapevano. Anch'egli esaurisce il suolo a modo suo (1).

(1) L'agricoltura nella provincia di Minas, per quanto ebbi occasione di osservarla, sta sopra un grado molto basso di perfezionamento. Essa consiste in un pessimo sistema di rapina, per lo quale in proporzioni irragionevoli si toglie moltissimo e nulla si restituisce ai campi. Così, a mo' d'esempio, vien fatta una *roça*, vale a dire, si abbattono alberi ed arbusti sopra una data estensione di terreno, i quali verso la fine della stagione secca si abbruciano, e di poi da questo terreno si ricavano tre o quattro raccolte, tra le quali ve ne sono spesso due consecutive di gran turco. Ciò fatto, si lascia riposare il campo fino a che non sia sufficientemente ricoperto di nuovi arbusti che si tornano a bruciare, operazione che dura da tre in dodici anni a norma delle condizioni dei luoghi e dei bisogni del proprietario. Ben si comprende, che al suolo non vien restituito alcuno degli elementi che gli furono sottratti nelle raccolte, e così si spiegano i lamenti che in generale si fanno della sempre crescente infertilità delle roças. Uno de' più intelligenti agricoltori della provincia mi raccontò che il peggioramento del suolo per nessuna altra pianta si rende così manifesto come per la canna da zucchero, e che egli attualmente ottiene soltanto la terza parte delle raccolte che 55 o 60 anni prima suo padre aveva ottenute sopra le stesse *roças*. E pure, mi disse nella sua ingenuità, trovarsi con le sue molto minori raccolte meglio assai che suo padre con le raccolte grandi, poichè questi non aveva venduta di Cachaza (liquore spiritoso) nemmeno a un *milreis* (duc. 1,91) la botte, mentre nell'anno antecedente egli stesso ne aveva venduta a 14 *milreis* (=duc. 26,85) la botte. Nel suo modo di vedere, quell'uomo aveva ragione, ma come si troverà suo figlio, se continuerà sullo stesso sistema, e se la *cachaza* andrà a minor prezzo. Nella provincia di Bahia le raccolte della canna da zucchero sono talmente minorate che un anno addietro si unirono molti proprietari di piantagioni da zucchero per spedire una nave onde andare nelle regioni oltre mare a cercare nuove specie di canne zuccherine. Essi attribuiscono le loro cattive raccolte unicamente ad una degenerazione della canna, senza riflettere, che per le colture della canna da zucchero eseguite sopra una scala grandissima i loro campi si ritrovano d'essere esausti in sommo grado.

Il sistema Europeo detto di *coltura intensiva* non è la rozza rapina del colono Americano che sommerge e rovina il campo da assassino, ma è una rapina raffinata, la quale non apparisce tale a prima vista; una rapina di cui non è consapevole quegli stesso che la commette, e velata a' suoi propri occhi da un sistema d'insegnamento cui manca l'essenza della verità.

Il più rozzo intelletto di contadino capisce che non si possono in una impresa rurale alienare il trifoglio, le rape, il fieno ec., senza danno gravissimo della coltura del grano. In questo sono concordi tutti gli agricoltori. *Innanzi tutto foraggi a sufficienza, e il grano viene da sè.* Ma che l'alienare il grano pregiudichi alla coltura del trifoglio; che sia d'uopo riportare gli elementi del grano onde il trifoglio venga da per sè; che per ottenere il trifoglio si debba concimare, questa è idea strana, inconcepibile pei maggior numero degli agricoltori; imperocchè si coltiva il trifoglio in vista del letame, e dov'è il vantaggio se per aver trifoglio bisogna concimare da capo? Si vuole ottenere il trifoglio senza spesa. In questa ostinazione di voler negare il vero fondamento di un'industria sagace sono riposti tutti gli errori dei sistema di economia rurale che ora domina.

Ma i rapporti reciproci dei due termini in conformità alle leggi di natura sono chiari come la luce del sole. Gli elementi delle ceneri del trifoglio e del grano sono le condizioni del prodursi dell'uno e dell'altro, e identici nella loro essenza.

Il trifoglio abbisogna per la sua formazione di una certa quantità di acido fosforico, di potassa, di calce, di magnesia, nello stesso modo come il grano; gli elementi del suolo contenuti nel trifoglio sono quegli stessi del grano più un certo eccesso di potassa, calce e acido solforico. Il trifoglio sugge questi elementi dal suolo, la pianta culmifera li riceve — è lecito così rappresentarcelo — dal trifoglio. Quindi se si aliena il trifoglio, si portano via le condizioni produttive del grano, e non rimane nulla per questo ultimo; se si aliena il grano, mal riesce l'anno seguente la raccolta del trifoglio, perchè nel grano si portarono via alcune delle condizioni indispensabili alla raccolta del trifoglio.

Il contadino esprime, come l'intende, l'effetto delle piante da foraggio, dicendo: sta bene che non si deve vendere il letame; se si vendono le piante da foraggio è come vendere letame; per capirlo non c'è bisogno della scienza del chimico. — Sicuramente non c'è questo bisogno, perchè l'intelligenza del contadino fin

là ci arriva; ma che anche nel grano si venda il letame, questo non lo veggono nemmeno il maggior numero degli agricoltori illuminati. Il letame contiene tutti gli elementi che il foraggio ha tolti alla terra, e questi sono gli elementi stessi del grano, più una certa quantità di calce, di potassa e di acido fosforico. È chiaro, poichè tutta la massa di un mucchio di letame si compone di parti, che per conservarlo integro non se ne deve alienare alcuna; e se fosse possibile sceverare gli elementi del grano da tutti gli altri, questi avrebbero pel contadino il massimo valore, perchè essi sono condizioni del prodursi del grano. Questa separazione ha luogo però nella vegetazione del grano, perchè cotesti elementi minerali del letame divengono parti integranti del medesimo, e nel grano si vende quindi una porzione la più efficace del letame.

Due mucchi di letame di aspetto simile, e in apparenza forniti della stessa proprietà, possono avere valori molto diversi per la coltura del grano; se nell'una si trova doppia quantità di elementi incombustibili del grano che nell'altro, esso ha doppio pregio. Col portar via i componenti minerali del grano, che gli erano stati dati dal letame, diminuisce sempre più l'efficacia di quest'ultimo per le raccolte future.

Da qualunque punto di vista si consideri l'asportazione del grano, o di qualsisia altro prodotto agrario, il risultato è sempre un esaurimento del suolo, qualora l'agricoltura non restituisce gli elementi sottratti. L'asportazione continua di grano rende infertile il suolo pel trifoglio, ossia sottrae al concime la sua efficacia; il letame conserva valore agrario solo in quanto che contiene le condizioni necessarie per la produzione di derrate vendibili; laonde non sono già le dimensioni di un mucchio di letame che ne costituiscono il valore.

Si vede dunque quanta fallacia si asconde nella dottrina: che il letame è la materia prima dell'industria agraria — e come tale insegnamento, divenuto un articolo di fede, abbia contribuito a chiudere gli occhi degli agricoltori in quanto alla cognizione dell'unica e vera sorgente di ogni produzione e ricchezza, ch'è il suolo.

Se i nostri agricoltori avessero alla loro disposizione le terre vergini dell'America, dell'Australia o della Nuova Zelanda, e un agrologo volesse loro far credere: che il letame sia l'anima dell'agricoltura, sembrerebbe affatto ridicolo agli occhi dei medesimi, certi come sono della lor propria esperienza, che il grano prosperi bene senza alcun concime.

Nei nostri campi spossati, le radici delle culmifere non trovano più negli strati superiori della crosta arabile l'intera provvista di alimenti per una produzione normale, e perciò si coltivano su questi campi altre piante come quelle da foraggio e da radici esculenti, le quali colle loro radici diramate e profondate grufolano, per così dire, il terreno in tutte le direzioni, lo disgregano per mezzo del loro ampio sviluppo di superficie succhiante, e si appropriano i princìpi di cui le culmifere hanno bisogno per comporre i loro semi. Nei residui delle radici di queste piante, nei componenti delle parti erbacee, delle radici e dei tuberi, che l'agricoltore incorpora negli strati superiori in forma di letame, egli ha raccolti e concentrati gli elementi del grano che mancavano per una o più raccolte complete; quello che stava di sotto e sparso, ora, è portato alla superficie. Le piante da trifoglio e da foraggio non sono creatrici delle condizioni dell'accresciuta produzione del grano, come il cenciaio non è il creatore delle condizioni pel fabbricarsi della carta, ma ne sono semplicemente le raccoglitrici.

Il colono Americano spoglia a dirittura il suo campo *senza riguardo alcuno;* quando più non gli frutta abbastanza, trasporta le sue piante sopra un altro terreno più ricco, perchè ne ha a sufficienza, e il tempo gli manca a consumarne la rapina. La moderna agricoltura intensiva è la rapina *con riguardo*, l'ultimo stadio della economia rapace.

Prima della guerra dei trent'anni la popolazione della Germania non era meno numerosa di quello che lo è oggigiorno. Ogni singolo individuo consumava in quei tempi, come è naturale, la stessa quantità di ossigeno nella sua respirazione e nelle sue fatiche come ai giorni nostri. L'agricoltura di allora, con un *sistema di rapina* simile a quello *del colono Americano*, produceva tanti alimenti carboniferi e azotiferi come adesso, e però la sola differenza è che v' *impiegava maggior tempo.* Vi erano annate di carestia, e l'effetto ne riusciva più sensibile che ai giorni nostri, perchè non aveva luogo compenso mercè la importazione dall'America, dall'Ungheria, e da quel granaio della Russia meridionale; ma negli anni ordinari i viveri abbondavano. Un anno si coltivavano cereali d'inverno, il secondo cereali di estate e rape sulle stoppie, il terzo anno si lasciava la terra riposare; altro avvicendamento fuorchè con le accelline non era conosciuto. Non si coltivavano appositamente dei foraggi per farli mangiare agli animali chiusi nelle

stalle e ridurli in letame. Ai cavalli si somministrava il fieno dei prati naturali come nutrimento durante l'inverno; le vacche e le pecore se lo procacciavano sui pascoli comunali, sui campi in maggese e nei boschi. Il sistema seguito dagli agricoltori in quei tempi era quello di un uomo che ogni giorno aveva da introitare un fiorino e che riuniva i fiorini di una settimana onde spenderli in quella appresso. La domenica si trovava così di avere sette fiorini, e il lunedì seguente ne poteva spendere quattro, il martedì tre, il mercordì pure tre e comprare molte cose che con la giornaliera spesa di un fiorino non avrebbe potuto.

Con un tal sistema di maggesi non veniva accresciuta la fertilità dei campi, non venivano loro restituite cioè le condizioni pel prodursi dei cereali, ma furono rispetto al tempo semplicemente impiegate con più vantaggio. Un arricchimento del terreno senza che gli venga addotta cosa veruna, non è possibile. Esisteva ancora nei terreni una certa provvisione di elementi efficaci minerali, ma in uno stato non accessibile alle piante, o non adatto alla loro nutrizione; maggesando si aspettava che una parte ne fosse divenuta ingeribile, e così si conseguivano raccolte rimuneratrici. Nel maggese il soprappiù dell'introito non si acquista ma si economizza; si spoglia il campo con più vantaggio perchè a ciò si prende più tempo. Il tempo, così si pensava, non costa denaro e fa risparmiare il letame. Questo vantaggio era chiaro per tutti.

Siffatta economia perdurò fino alla metà circa del secolo passato; allora si rese sensibile la diminuzione dei prodotti del suolo, e i contadini caddero nella miseria.

Nel diciassettesimo secolo, e nel principio del diciottesimo la coltura della vite fioriva ancora in molte parti della Germania, ove ora non n'esiste più traccia. Solo vi esistono ancora in molti luoghi le immense cantine nelle quali si metteva la decima riscossa, che fanno testimonianza dell'estensione di siffatta coltura. Colle vigne finiva prima di tutto la coltura rapace, perchè la vite vuole ingrassi e non ne produce; e siccome fu visto che la coltura dei cereali si trovava di esserne mancante essa stessa straordinariamente, così quella della vigna dovette estinguersi come una lampada cui manchi l'olio.

« Fuorchè il cattivo foraggio acido dei prati l'agricoltore non aveva altro foraggio per l'inverno che rape bianche, dauchi, erbe e pomi di terra, ma di tutto ciò ne aveva pochissimo, perchè sopra i campi niente voleva crescere da sè. Questo scarso

foraggio, per quanto bastava, fu ancora più scarsamente trattato con acqua bollente nell'inverno, e quando era consumato, il bestiame doveva contentarsi della paglia di orzo, di avena o di piselli. All'incontro, il latte, il butiro e il formaggio erano cattivi e in poca quantità. Ansiosamente si aspettava la primavera per avere un poco di ritaglio della pianta di frumento, e appena l'erba era giunta all'altezza di un pollice si mandava il bestiame al pascolo, dal quale però ritornava così affamato come vi era andato, non dissimile dalle vacche magre che Faraone vide nel sogno. » In questi termini descrive lo stato di quei tempi Giovanni Cristiano Schubert, il quale in ricompensa dei suoi meriti per la introduzione della coltura del trifoglio fu dall'imperatore Giuseppe II insignito della nobiltà del Sacro Romano Impero col titolo di cavaliere di *Kleefeld* (che vuol dire *campo di trifoglio*).

Da quell'epoca risale la coltivazione del trifoglio in Germania. Vi era un giubilo per tutto l'impero. I contadini che coltivavano il trifoglio ricevettero medaglie di argento per fregiarsene, ed il culto del letame abbandonato da venti secoli riacquistò terreno; sulle cattedre agrologiche s'innalzarono altari al dio Sterculio (1) degli antichi Romani, a cui i suoi sacerdoti sagrificano anche oggigiorno. Ma Sterculio era capriccioso; nutriva una predilezione per taluni campi e solamente per poco tempo, ed ora dopo un secolo è divenuto duro ed avaro. Con tutto l'incenso che gli si dà a profusione, non gli si strappano più i ricchi doni dei tempi andati, ed appunto sopra quei campi che maggiormente favoriva una volta, egli non fa più crescere letame; ond'è che i suoi sacerdoti chiedono alla scienza un piccolo pezzettino della pietra filosofale per porgerlo in sacrificio a Sterculio nel fine di commoverlo a far crescere di bel nuovo letame, cioè trifoglio, sopra quei campi su cui questa pianta più non vuole allignare. Essendosi aggiunta più tardi la scoperta della proprietà ingrassante del gesso, della marna e delle patate a quella del trifoglio, si credette rimossa per sempre ogni miseria pei tempi avvenire. Alla rapina esercitata prima senza pazienza e dipoi con questa, seguiva ora la rapina secondo il sistema di un celebre ladrone che nelle contrade del Reno esercitava una volta il suo mestiere dirubando i soli ricchi, ai quali toglieva gli scudi di argento

(1) Sterculio o Sterquilino, così secondo taluni fu soprannominato Saturno campestre (Vedi la Georgica di Virgilio illustrata da Voss 74).

e donava delle volte ai poveri qualche meschina moneta di rame, tagliando loro per ischerzo i bottoni dei calzoni.

Le dovizie dei ricchi erano secondo il suo sistema rubate ai poveri, e la giustizia doveva regnare una volta nel mondo.

In questo modo appunto procede il nostro agricoltore *intensivo*. Nel grano egli toglie al (ricco) trifoglio gli scudi di argento, che questo aveva ricevuti in meschine monete di rame dal (povero) campo, e s'immagina che questa rapina avesse a durare perpetuamente, imperocchè i suoi maestri gl'insegnarono che il suo campo abbia la facoltà di poter trasudare monete di rame.

Le conseguenze di siffatta economia rapace, secondo il sistema del nobile ladro, sono evidenti, manifeste e possono esser viste da chicchesia; giammai la mancanza di concime era stata maggiore che in questo tempo; tutte le vie escogitate e seguite, e tutti i mezzi usati con tanto successo verso la fine del secolo passato per rendere fertili i campi, non producono più al presente quel maraviglioso effetto di prima. Il gesso rende adesso il trifoglio soltanto più acquoso, e non ne aumenta la raccolta; le terre trattate con marna sono meno fertili di prima; senza il sussidio dello strame di bosco la coltura del frumento sarebbe da molto tempo scomparsa, come quella della vite, in molte contrade state già ubertose. Colà invece del suolo si deruba il bosco, e andrà bene finchè potrà durare. « Se voi coltiverete il trifoglio e seguirete esattamente le mie prescrizioni », disse il buon SCHUBERT ai suoi contadini, « allora con lieto cuore potrete lodare la inesauribile provvidenza di DIO; una regola abbiate sempre sotto gli occhi, ed io vi esorto una volta per sempre a seguirla: non coltivate mai il trifoglio con perdita del grano, ma sempre solamente nel maggese, affinchè io abbiate gratuitamente, e lasciate dunque i maggesi in disuso ».

In que' tempi non si conosceva altro sistema fuorchè l' avvicendamento triennale. In dodici anni si raccoglieva il grano otto volte e quattro volte il trifoglio. Ove sono quei bei tempi in cui sopra uno stesso terreno si ottenevano due raccolte di grano in tre anni, ed in cui si ebbe il trifoglio gratuitamente? La coltura *intensiva* oggigiorno non miete che sei raccolte di grano in dodici anni; e nei migliori campi del Meclemburgo non più che quattro volte ogni nove anni. La superficie, che in origine bastava a concentrare gli alimenti pei cereali, non è più oggi sufficiente; fu mestieri estenderla per supplire al suo difetto. Oggigiorno si colti-

vano altrettanti e più campi per l'alimentazione del bestiame che per quella degli uomini, e la mente umana si è talmente stravoltata da ritenere ciò come un miglioramento!

Intanto, invece di studiare le condizioni della coltura di tutti i vegetabili, indagarle e insegnarne l'applicazione, si cerca la salute dell'agricoltura nel « letame, » in una cosa cioè di per sè indeterminata, non determinabile e variabile, onde non si potrà pensare ad un progresso in agricoltura. Io da parte mia mi son fatto certo che la scienza dovrà ancora per molto tempo predicare a chi non vuole ascoltare. Finchè vi saranno uomini a cui la spogliazione delle proprie terre apporta raccolte maggiori, e quindi una vistosa rendita, non è nemmeno da pensarsi che si abbia a seguire un procedimento ragionato. Il campo è e rimane la vacca che loro somministra latte, ma esso è una vacca che vien da essi nudrita con sua propria carne che tagliano a lei dalle costole, onde prima che la luce attraversi il vuoto scheletro e cada loro sugli occhi, essi non s'avvedono del loro stolto operare. La rapina pur troppo è fondata sull'intima natura dell'uomo, il quale cerca sempre di evitare qualunque fatica dello spirito nelle sue industrie; egli è e rimane in molte cose come un fanciullo pel quale il maggior tormento è l'imparare e l'andare alla scuola; il solo bisogno può costringerlo a ciò, nè tarderà forse anche prima del tempo a venire.

La sregolata depredazione dei nostri boschi all'avvicinarsi dei pericoli per lo Stato e per la società condusse ad un sistema forestale ammirabilmente regolato. Se i boschi fossero divisi in tante proprietà e si trovassero in altrettante mani sciocche come i territori arabili, non avremmo più legna da ben molto tempo. Ogni giorno maggiormente corriamo pericolo, per la estirpazione degli alberi di china, di vederci privi di uno dei più preziosi medicamenti di cui faccia uso la società umana; e solamente ci rimane la consolazione che coll'ultimo albero di questa specie se ne avesse a cominciare la razionale coltura, la quale dopo una serie di anni ce ne provvederà per sempre (1).

(1) Si pretende che i nostri agricoltori intensivi posseggano l'arte di produrre sopra una stessa superficie di terreno più grano che gli agricoltori del diciassettesimo secolo. Io ho le mie ragioni per dubitarne, e credo cosa possibile, che una esatta informazione statistica possa provare il contrario; chi al par di me può volgere dietro a se lo sguardo per una vita umana, si ricorderà forse, come me ne ricordo io, che molti terreni

Le invenzioni degli scrittori agronomici onde far che gli agricoltori chiudessero gli occhi, come essi stessi chiusero i propri alla luce della scienza, rendendo così inaccessibili al loro intelletto le leggi della nutrizione delle piante, sono in alto grado notevoli, e la storia dell'agricoltura non mancherà di conservarne la ricordanza. Anche ai nostri giorni il contadino della Veteravia estima a ragione che la vendita del letame non solamente sia dannosa ma che sia pure cosa da vergognarsene; ma non per tantò ci mette del suo onore onde produrne a tutta corsa sopra i suoi campi. Gli si è insegnato che nel letame vi sia nascosta una virtù che risiede solamente in esso e non in qualsisia altra cosa; che la cenere e il gesso non sieno alimenti, ma soltanto una specie di sferza da vetturino che serve eccellentemente a promuovere l'attività nelle piante pigre; ed anche oggigiorno, per quei contadini, gli elementi minerali del guano e delle ossa ridotte in polvere non servono ancora all'alimentazione delle piante, nè sono altro che concime aggiunto, mezzi cioè per produrre una quantità maggiore di letame.

Per salvare il culto di Sterquilino, i sacerdoti di esso lo fanno come i contadini del Birkenfeld nel secolo passato, i quali amaramente si lagnarono che dovessero essere sforzati a coltivare una zizzania esotica (il trifoglio); essi dissero sul viso agl' impiegati del governo: « facciano i signori quelle cose di cui s'intendono e che hanno imparate; in quanto all' agricoltura ce ne intendiamo meglio noi che tutti i marchesi ed impiegati del mondo ». Essi non volevano nemmeno esperimentare la cosa; ed allorchè furono costretti a seminare il trifoglio, chiesero dopo qualche

che prima erano deserti sono oggidì coltivati e fruttano (vantaggio che non si può contrastare d'avercelo apportato l'avvicendamento delle colture); trattasi ora di sapere se una maggiore produzione, se tale di fatto esiste, non si debba rinvenire più tosto nella ingrandita superficie fruttifera. Un distinto economista politico dell'America, Carey, mi accertò, che dietro le accurate ed esatte ricerche sull'anno 1850 (fatte dai Times Commissioners) si venne a conoscere che in quell'anno l'Inghilterra abbia prodotto 2 milioni di *quarters* [1] di grano meno di quello che secondo Arturo Young ne produsse nell'anno 1774. Non oso di garentire questo fatto, ma sarebbe eloquente abbastanza.

[1] Un *quarter* (8 *bushels*) = 9,255017 tomoli napolitani = 2,907813 ettolitri francesi. *Trad.*

tempo al governo che avesse mandato ad ispezionare i campi — nemmeno uno de' granelli seminati si era schiuso, ed infine si venne a sapere che i contadini, prima di seminare le sementi del trifoglio, le avevano bollite nell'acqua. Nello stesso modo si procede oggigiorno con i principî scientifici; gli agrologi moderni li bollono nelle loro pentole, e dall' ispezione risulta allora che niun granello si è schiuso; dalla servitù degli avvicendamenti delle colture essi non vogliono una volta per sempre vedere emancipati gli agricoltori, i quali meglio di qualunque altro s' intendono dell'affare. Ma la loro dottrina stessa è secca perchè mancante di radici. Ciò che essi imparano di buono dai libri, lo sa pure l'agricoltore dal quale è proveniente; e ciò che proviene da quelli non ispira a questo nè fiducia, nè pensieri proficui, e nè tampoco migliora o accresce le sue forze. Se essi dicessero semplicemente all'agricoltore ciò che questo o quello ha fatto in questo o in quei tempi, sopra questo o quel campo, e che si deve copiosamente far uso di letame; che il guano e la farina delle ossa sono eccellenti concimi; che il nitro del Chili, il gesso e la marna non sono da disprezzarsi — chi potrebbe far loro dei giusti rimproveri a causa del divulgamento di queste verità povere di spirito? Ma essi di ciò non si vollero contentare, e procedendo più oltre nell'accecamento del loro ingegno limitato, osarono vibrare la scure contra la radice del ben essere della popolazione agricola, e un tal fatto non può essere tollerato più a lungo.

Essi sostengono ed insegnano, che nel guano, nel nitro del Chilì e nella farina delle ossa, l'azoto sia l'unico elemento comune a tutti che si debba prendere in considerazione, ed a cui sia da attribuire l'aumento conseguito nella vegetazione delle piante.

Essi insegnano e vogliono far credere agli agricoltori, che 10 o 12 libbre di urina vaccina, la quale non contiene acido fosforico, abbiano l'effetto di 1 libbra di guano, il quale è ricco di acido fosforico, e ciò per la ragione che entrambi contengono *la stessa quantità di azoto.*

Essi insegnano e sostengono, che l'efficacia del guano e del letame di stalla sia determinata dalla stessa causa (dal loro contenuto di azoto), e che il guano debba produrre lo stesso effetto che il letame di stalla.

E tutto ciò essi insegnano e sostengono senza averne una sola pruova, o senza aver tentato nemmeno di provare per mezzo di un fatto positivo, che sopra un campo esausto, facendo uso del

solo azoto come concime, si possa *per una serie di anni* produrre le stesse rendite di grano o di qualsisia cereale, che si ottengono sopra lo stesso campo impiegando a tal uso il guano e la farina delle ossa — un effetto, cioè, il quale da ognuno che conosce i principî della nutrizione delle piante è riputato come una cosa del tutto impossibile.

Ma questi insegnatori vanno ancora più oltre. Nel numero 247 del Mercurio Svevo del dì 18 ottobre 1856 si trova ristampato un articolo sul nitro del Chilì e la sua applicazione, scritto da un professore di una delle prime Accademie agrologiche della Germania, e vi è detto: « che con un quintale di nitro del Chilì si possa produrre lo stesso effetto come con 75 o 80 quintali di letame di stalla, mentre un quintale di guano ne surrogherebbe solamente 60 o 70 quintali — che un quintale del suddetto nitro produca circa tre quintali di grano; ma però che nel solo primo anno se ne vegga un effetto — il quintale costarne 12 fiorini, e l'equivalente di un quintale di letame di stalla avere perciò il valore di 9 *kreutzer* (= 7 gr. e 1/2). »

Questa indicazione è l'apice della teorica dei nostri agrologi moderni; essa deve indurre il contadino agiato che ha bisogno di concime e l'agricoltore in piccolo a comprar nitro del Chilì, un sale che non contiene alcuno degli elementi delle ceneri delle piante culmifere, ma acido nitrico e soda, e del quale si assicura che un quintale ne rendesse tre di grano, e che comunque efficace per un solo anno surroghi ciò non ostante 75 o 80 quintali di letame di stalla, mentre il suo benefico effetto si rende sensibile anche dopo sette o otto anni. La semplice comparazione del nitro del Chilì col guano e col letame di stalla è un peccare contra il sano criterio dell'uomo, e il raccomandarlo a forza di disprezzo del guano e del letame di stalla è un danno di migliaia arrecato alla proprietà da parte di un consigliere o inconsiderato o ignorante.

Un tal procedere si potrebbe forse perdonare ad un commesso che viaggia per uno speculatore di nitro del Chilì. Ma se dottrine di questa fatta vengono divulgate da agrologi e da una intera scuola, che citando un cattivo esempio aritmetico, assolutamente inapplicabile al maggior numero dei casi, vogliono far credere all'agricoltore che l'azoto abbia per lui il doppio valore dell'acido fosforico, il quintuplo della potassa, e dodici volte quello del fosfato di calce, è assolutamente necessario che tutti gli uo-

mini intelligenti si riuniscano a chiederne loro conto e renderli responsabili delle loro dottrine. Ciò che da loro si può esigere che facciano è molto giusto: che essi espongano fedelmente in conferma della verità i semplici fatti accuratamente osservati, pruovino così come sia vera la loro dottrina e sieno responsabili del loro fatto.

Quantunque negli ultimi anni si fosse provato nel modo più chiaro a questi uomini che le loro dottrine poggiano sopra un errore, nessuno di essi se n'è convinto. Tutti sono venuti, l'uno dopo l'altro, e hanno fatto il vano tentativo — non di apportare nuove pruove ed evidenti delle loro dottrine — ma di destare dei dubbî sull'importanza dei fatti dai quali essi vengono confutati; niuno ha osato di pensare almeno di reclamare in appoggio delle loro dottrine i numerosi esperimenti e le analisi chimiche dalle quali essi hanno dedotte le loro argomentazioni, perchè ben sapevano che tutti questi loro lavori non possono reggere a un severo esame scientifico. Ora, chiedendo aiuto, si rivolgono a quegli stessi agricoltori a cui essi per mezzo delle loro analisi avevano già fatto credere, che l'azoto sia il solo elemento efficace nel guano, nella farina della ossa e in quella dei panelli di colsat, e cercano d'indurli a far loro testimonianza del buon consiglio ricevuto, e a far loro dire che le esperienze fatte in agricoltura si accordino con le loro teorie, che una libbra di ammoniaca abbia il valore di 12 *grossi* (= gr. 65) e una libbra di farina di ossa non ne valga che 1. Ma l'uomo pratico non sa nulla in verità dell'effetto dell'ammoniaca o dell'acido nitrico, o, se lo sa, l'ha inteso dire da altri, imperocchè non dal chimico agrologo egli ha saputo che il guano, la farina delle ossa e delle panelle di colsat sieno eccellenti ingrassi, ma il chimico agrologo l'ha saputo da lui, e quell'altro non ha fatto se non aggiungervi una piccola gherminella onde attirare sopra di sè qualche raggio della luce splendidissima del loro buono effetto.

LETTERA XLVII.

Come alimento delle piante l'ammoniaca è indispensabile al pari dell'acido carbonico, e facilmente possiamo spiegarci il suo benefico effetto tenendo presente quello dell'acqua.

Nella vegetazione l'acqua ha un doppio ufficio; essa somministra in uno dei suoi componenti uno dei principî indispensabili alle piante, e serve altresì a far passare per le radici gli alimenti minerali entro il corpo vegetabile. Per quanto sia copiosa la quantità di alimenti delle piante che si ritrova contenuta nel suolo, queste non crescono nelle giornate calde se manca l'acqua nei medesimo; l'umidità nel suolo è il ponte che dà passaggio agli alimenti minerali.

Se queste sostanze non sono somministrate in quantità sufficiente alle piante, le foglie non ricevono più dall'aria nè acido carbonico, nè ammoniaca; la vegetazione si sofferma, comechè nei giorni caldi l'aria contenesse più acqua che nei giorni freddi; ma quest'acqua non giova per nulla alla pianta. I giorni caldi con molto sole, che altrimenti sono i più favorevoli per lo sviluppamento dei vegetali, diventano allora i più pericolosi, particolarmente per le piante estive, le quali non ebbero il tempo necessario per spingere in basso le loro radici fin dove esiste ancora umidità che potrebbe fornir loro alimenti. L'orzo non oltrepassa allora l'altezza di un palmo, e la vegetazione si concentra nelle spighe; le piante di patate non formano tuberi. Una sola buona scossa di pioggia *a tempo debito* cambia tutto ciò come per incantesimo; e se l'agricoltore potesse apportare la pioggia *a tempo debito* sopra i suoi campi, come il giardiniere fioralo apporta l'acqua alle sue teste di fiori, tutte le piante darebbero un massimo di prodotti, ben inteso però quando non vi fosse difetto di alimenti ingeribili, imperocchè, se il suolo se ne trovasse scarso, non si potrebbe sperare che solo un massimo corrispondente alla quantità che di essi si ritrova contenuta nel suolo. Mentre l'acqua

adduce così una maggior quantità di *elementi minerali*, le piante assorbono più carbonio e azoto, il loro svilnppamento si accelera, ed il peso delle raccolte aumenta.

Non altrimenti si comporta l'ammoniaca. Se noi aumentiamo la quantità di ammoniaca nell'aria o nel terreno, la pianta trova, *in tempo opportuno*, maggior copia di questo alimento che nelle circostanze ordinarie, e ne consegue, che una corrispondente maggior quantità di componenti del terreno diviene efficace. Siccome in ciascun giorno solamente un dato volume di aria può venire in contatto con le foglie, la pianta non può ricavare da quest'aria più ammoniaca ed acido carbonico di quello che ne contiene, e perciò si richiede un certo tempo affinchè la pianta se li possa assimilare ed aumentarne la sua massa; ricevendone in ciascun giorno la stessa quantità, ne riceverà in due giorni il doppio che in una sola giornata.

Se nei giorni favorevoli la pianta si ritrova di aver ricevuto il doppio o il quadruplo della ordinaria quantità di alimenti minerali, questa soprabbondanza, per essere efficace, dovrà attendere fino a che per le foglie vi si sieno aggiunte tante particelle di ammoniaca e di acido carbonico, quante ne abbisognano affinchè riunite insieme possano essere assimilate dalla pianta. Niuno degli alimenti è efficace se non è accompagnato o coadiuvato dagli altri. Or, siccome l'acido carbonico d'ordinario non manca, se noi aumentiamo il contenuto di ammoniaca nel suolo o nell'aria rimanendo le altre circostanze uguali, si accelererà in modo straordinario lo sviluppamento della pianta, la qual cosa altro non vuol dire se non che il prodotto in massa vegetabile si aumenta nel tempo, come lo si vede nei letti di letame. *Se gli elementi del suolo non fossero esistiti nella pianta e se non fossero stati capaci di produrre effetti*, l'ammoniaca non avrebbe dato luogo ad effetto alcuno circa l'aumentare della massa della pianta.

Or la prodigiosa azione del guano nel favorire la produzione del frumento non desterà più le nostre maraviglie, poichè il guano non contiene solamente le condizioni indispensabili alla produzione del grano, le quali debbono essere cedute dal suolo, ma contiene anche nell'ammoniaca un altro alimento indispensabile che accresce ed aumenta nel tempo l'effetto di quelle. Sopra molti campi l'ammoniaca contenuta nel guano, essendo il tempo favorevole, potrà possibilmente rendere efficace il doppio di questi elementi minerali del suolo, e somministrare così in un solo anno

una rendita a fornire la quale, presi di per sè i soli elementi del suolo, avrebbero impiegato due anni.

Così pure si spiega, come l'ammoniaca, somministrata ad un suolo che contiene in quantità sufficiente le condizioni della formazione del grano, debba produrre di per sè un favorevole effetto sull'aumento del prodotto. Ma siccome nel grano raccolto si asporta un dippiù di quelle condizioni che avevano fatto efficace l'ammoniaca, negli anni che seguono, continuando a somministrare ammoniaca senza aggiungervi un equivalente degli asportati elementi del suolo, le raccolte del campo dovranno diminuire nella stessa ragione che si aumentarono nel primo e nel secondo.

In una parola l'ammoniaca costituisce uno dei più utili ingrassi, quando però sia accompagnata da quegli elementi del suolo che la rendono efficace, o pure quando essa trovi di già esistenti nel suolo queste condizioni; e però diventa di niun valore per l'agricoltore che ha cura di ripristinare o di stabilire le dette condizioni.

In un suolo che fosse abbastanza ricco di azoto e che non contenesse se non in scarse quantità i singoli elementi minerali indispensabili per la coltura di talune piante, la somministrazione dell'ammoniaca o dei sali ammoniacali è sempre inutile e delle volte affatto nociva. Sopra un suolo di tal fatta, che difetta semplicemente di acido fosforico, questo, quando non essendo accompagnato da ammoniaca gli venisse somministrato come concime, produrrà un effetto che forse a grado eguale il guano non produrrebbe. Negli esperimenti che il comitato generale della Società agronomica di Schleisheim fece eseguire sopra uno dei più poveri e spossati terreni nelle vicinanze di Monaco, la concimazione con fosfato acido di calce accrebbe, rispetto a un altro pezzo non concimato, più del doppio la produzione dei grani (di orzo estivo). Se, invece, quel pezzo fosse stato ingrassato con guano, la produzione vi avrebbe indubitatamente di molto sorpassata quella del pezzo non concimato, e un seguace della così detta teoria dell'azoto non avrebbe tralasciato di ascrivere all'ammoniaca contenuta nel guano l'effetto che si sarebbe conseguito; ciò che nel caso in parola era impossibile. Per effetto degli stessi mezzi di concimazione, senza la minima cooperazione dell'ammoniaca, in molti altri luoghi si sono ottenute raccolte di frumento che spesso oltrepassarono quelle conseguite per mezzo del guano, e da

ciò s'inferisce chiaramente, che pei terreni di tal genere una libbra di ammoniaca non vale un fico.

L'analisi chimica del suolo ci dà la ragione anche di questo fatto; imperocchè si è trovato che la maggior parte dei campi nella profondità di dieci o dodici pollici sotto la superficie contengono cento, cinquecento, e per fin mille volte di ammoniaca, e nella stessa forma, che nei letame di stalla fermentato, nella farina delle ossa e nelle panelle spremute di coisat; e chiaramente si vede, che, difettando un solo degli altri elementi minerali, la quantità di ammoniaca presente nel suolo, copiosa che fosse, non potrà giammai essere efficace ed attiva.

Nelle vicinanze di Magdeburgo si è cominciato ad usare come concime i residui della distillazione della melassa di barbabietole, i quali contengono i sali solubili della bietola (tra cui non vi sono sali ammoniacali), e mi è stato assicurato, che con questo mezzo si sono conseguite, sopra uno stesso terreno, le più copiose raccolte di colsat (come pure una di bietole) per una serie di molti anni consecutivi. Per ciascun terreno vi ha un mezzo consimile; ma chi si contentà di lodare solamente l'ammoniaca non lo rinviene.

Il suolo, come nella 38ª lettera abbiamo veduto, non contiene mai ammoniaca libera, e durante la putrefazione del letame la massima parte di ammoniaca divenuta libera entra in combinazione chimica con le parti dell'humus contenute nel letame, le quali la sottraggono direttamente alla brodiglia, che perciò si ritrova così povero di ammoniaca. Somministrando a un terreno ammoniaca libera, o un sale ammoniacale, avviene che si combinano immantinente coi componenti della crosta arabile, dalla quale la pianta riceve questa sostanza alimentare. In questo modo si accumulò e tuttavia si accumula nel suolo l'ammoniaca apportatavi dalle pioggie, e perciò sarebbe cosa ragionevole il non spendere denari per questa specie d'ingrasso, che d'ordinario costa molto, se prima non sia bene assicurato, che nè il fosfato di calce solo o disgregato con acido solforico, o le ceneri, o il fosfato di calce e le ceneri unite, o in ultimo la calce, non producano alcun effetto particolarmente sopra i soversci ai quali si fanno succedere piante culmifere. Solamente quando tutto ciò si sia sperimentato, l'uso dell'ammoniaca potrà trovarsi giustificata.

Non si deve pertanto credere che le opinioni di coloro che divulgano e difendono la così detta teoria dell'azoto sieno mera-

mente inventate o effetti di fantasia; questa teoria, secondo la quale l'azoto o l'ammoniaca sono il fattore principale nel concime e il punto cardinale della produzione agricola, si è generata piuttosto da un errore scusabile in cui pur troppo anche la scienza prima era indotta non di rado, e che perciò incontriamo ancora oggigiorno.

Vero è che il valore agrario delle diverse qualità di *guano*, e di tutti gli *escrementi degli animali* per la produzione dei semi, può esser misurato con molta precisione determinando il loro contenuto di azoto o di ammoniaca, e così determinato servire di norma; ma l'errore commesso sta propriamente in ciò, che poggiandosi sopra questi fatti veri, si volle riporre l'effetto di questi concimi nell'azoto, il quale ha la sua parte in questo effetto, ma nel maggior numero dei casi una parte molto subordinata. È lo stesso errore che commisero Lavoisier e Davy designando, l'uno, l'ossigeno e l'altro l'idrogeno come principio generatore dell'acidità.

Per ben comprendere la cosa, fa mestieri che ci ricordassimo della composizione dei semi, della carne, e di quelle parti componenti delle piante, le quali servono alla sanguificazione e hanno una composizione consimile a quella della carne. Tutte queste sostanze contengono gli elementi combustibili e quelli incombustibili del sangue. Un uomo che si ciba di pane, riceve entro il suo corpo gli elementi delle ceneri dei semi, da cui la farina del pane fu preparata; i suoi escrementi contengono gli elementi delle ceneri di questi stessi semi. Dal pane si genera la carne, e gli escrementi dell'uomo e degli animali carnivori, rispetto a' loro elementi, sono identici con quelli degli uomini o degli animali che vivono di pane o di semi. Il pane, la carne e il sangue, contengono una sostanza priva di azoto, la quale, introdotta entro lo stomaco nei cibi, serve a mantenere le funzioni vitali, ovvero ad effettuare il tramutamento della materia; l'azoto di questo elemento esce ogni giorno di bel nuovo dal corpo dell'animale adulto, nell'urina e nelle fecce, e ciò nelle stesse quantità in cui negli alimenti era stato ingerito.

Gli escrementi dell'uomo e degli animali contengono dunque non solamente gli elementi minerali dei semi, della carne, delle radici, dei tuberi, delle erbe, ec., da cui si sono formati il sangue e la carne nel corpo dell'animale, ma essi contengono pure la maggior parte dell'azoto di questi semi, della carne e degli elementi atti a formar la carne o il sangue.

Or le più scrupolose analisi chimiche (1), come sopra lo abbiamo di già accennato, hanno per fermo addimostrato che tra la quantità di azoto nei semi e il loro contenuto di acido fosforico o di fosfati (tra l'azoto e gli elementi incombustibili dei semi) esiste un rapporto costante ed invariabile, di talchè, conoscendo la quantità di azoto che vi è contenuta, se ne può dedurre quella dell'acido fosforico o dei fosfati.

Un rapporto identico o almeno molto consimile esiste naturalmente nella composizione degli escrementi solidi e liquidi; e così gli uni come gli altri insieme contengono l'azoto e gli elementi delle ceneri del pane, della carne, ec. degli elementi consumati; e si comprenderà facilmente come anche dalla determinazione della dose di azoto negli escrementi si possa calcolare quasi esattamente il loro contenuto di elementi minerali dei semi e della carne.

Nel fatto questa proporzione si ritrova di essere alterata; l'azoto degli escrementi, per effetto della putrefazione, si tramuta in ammoniaca, di cui parte si volatizza, parte s'infiltra nei letamai insieme colla brodiglia liquida in cui è disciolta, e prima che cominciasse la putrefazione di già è perduta coi sali più efficaci solubili (perdita che si potrebbe e si dovrebbe evitare mercè l'aggiunzione di terre assorbenti). Perciò la quantità di azoto dei bottini, delle polveri di letame, del letame di stalla e del guano, non costituisce una misura giusta per determinarne il valore effettivo agronomico, che consiste nel loro contenuto di elementi minerali dei semi; ma di due *qualità* di guano, che si sono analizzate, si potrà con sufficiente certezza ritenere come la più pura quella che in 100 parti contiene più ammoniaca; qualunque falsificamento ne diminuisce siffatta quantità relativa; e lo stesso vale delle polveri, le quali spesso contengono fino il 50 per 100 di sabbia (spazzatura) e di materie eterogenee, inutili per l'alimentazione delle piante, e probabilmente vale lo stesso anche pel letame di stalla.

E però, a ragione e fondamento si dice, che il valore delle differenti qualità di guano, delle polveri e del letame di stalla si trovi in un certo rapporto col loro contenuto di azoto; ma la con-

(1) Vedi — Risultamenti di esperienze chimico-agronomiche del Comitato generale della Società agronomica di Baviera, Monaco. Istituto letterario-artistico, 1857 p. 1-19.

seguenza che da ciò si è dedotta, che cioè tutto il loro valore, tutto il loro effetto sopra i campi consista in questo contenuto di azoto, e che quindi i detti concimi possano essere cambiati e sostituiti, con uguale successo per la coltura, dall'ammoniaca e dai sali ammoniacali, non ha fondamento alcuno ed è commettere una inconsideratezza. Se un agricoltore, dando ascolto a ciò che gli raccomandano i seguaci della così detta teoria dell'azoto, fosse così stolto da concimare i suoi campi, solo per dieci anni consecutivi, con sali ammoniacali o con nitro del Chilì, e confidando che essi sostituiscano il letame di stalla, le polveri e il guano, vendesse tutti i prodotti dei suoi campi, questo agricoltore, io dico, si ritroverebbe dopo dieci anni ridotto nella miseria; e se tutti gli agricoltori della Germania si mettessero di accordo per non ricondurre più i componenti del loro letame ai campi, ritenendo che questi ne sieno inesauribili secondo il detto dei loro agrologi, la metà della popolazione della Germania, dopo dieci anni, morirebbe di fame.

In generale uno dei fatti più affliggenti nell'agricoltnra è, che, giudicando del valore di un concime e dei suoi effetti, spesso gli uomini più colti pare rinunziassero ad ogni umano discernimento e al sano criterio.

Confrontando, in tempo delle raccolte o dopo il decorso di un anno, l'effetto del guano, della farina delle ossa e del nitro del Chilì, non si può tirare una linea sotto il calcolo e dire: il guano o il nitro del Chilì sono migliori ingrassi che la farina delle ossa per la ragione che per mezzo del primo abbiamo raccolto una certa quantità di più di grano che per mezzo degli altri due. Il sano intendimento umano c'insegua che, *l'effetto dei singoli concimi si debba stimare dal miglioramento che essi inducono nei campi dopo un certo tempo.*

Che se dopo di aver conseguito un massimo di raccolta in un anno per mezzo del nitro del Chilì, il campo per produrre la stessa raccolta nell'anno seguente deve esser concimato doppiamente, egli è chiaro che così procedendo l'agricoltore si ritrova di aver speso molto denaro per non lucrar niente; ed io temo molto, che facendo egli un esatto conto della rendita di una serie di anni, della spesa fatta per concime e per nitro del Chilì, in quanto alla spesa fatta pel nitro non abbia a risultarne altro vantaggio se non un bellissimo color verde oscuro nelle sue piante durante il primo periodo della loro vegetazione.

Solamente, rispetto al tempo, l'effetto del guano è paragonabile con quello del nitro del Chilì o della farina delle ossa (e del fosforite). Se accoppiato al nitro del Chilì, il guano con cui si è concimato un campo, ne aumenta sensibilmente la raccolta delle patate nel secondo anno, e quella del trifoglio nel quarto, mentrechè una quantità di nitro del Chilì dello stesso valore circa il costo non dà per effetto un aumento eguale, si deve da ciò, non volendo procedere in un modo del tutto superficiale, far conto anche di questi effetti posteriori. A colui che fa esperimenti comparativi tra il guano ed altri ingrassi, posto il caso che il guano producesse il massimo effetto nel primo anno, e che volesse, poggiandosi sul maggior contenuto nel medesimo di azoto, inferirne il maggior effetto ottenuto, si potrebbe dimandare: perchè non abbia egli fatto, anche sopra un altro terreno di egual superficie, un esperimento comparativo con una quantità di ammoniaca eguale a quella contenuta nel guano, e procuratosi così un mezzo onde misurare l'effetto dell'ammoniaca contenuta nel guano?

Ma finora nessuno di tutti questi esperimentatori ha fatto ciò; nè hanno mai fatto conoscere agli agricoltori che dalle più estese e minuziose esperienze di Lawes, Kuhlmann ed altri risulta: che *una libbra* di ammoniaca contenuta nel guano abbia un effetto *quintuplo* di *una* libbra di ammoniaca sotto forma di un sale ammoniacale (l'effetto dell'ammoniaca pura non si conosce affatto). Ben si comprende come questo effetto più grande provenga unicamente da ciò, che l'ammoniaca si trova unita nel guano a materie che pur esse agiscono, ed essendo il loro effetto almeno il quadruplo di quello che l'ammoniaca di per sè sola produce, sarà sempre prudenza aver cura che in tutti i casi in cui si può e si vuole somministrare ammoniaca, ciò abbia luogo sempre unitamente a quelle sostanze affinchè sia il suo effetto cinque volte maggiore.

Se un tal chimico agrologo si vanta « andar egli debitore al guano circa l'intima convinzione acquistata dell'alta importanza che le combinazioni dell'azoto facilmente assimilabili hanno per la nostra agricoltura, e quindi dover egli saper grado direttamente a questo concime dei più brillanti successi ottenuti mercè la propria attività nella chimica agrologica », noi riteniamo come vera solamente questa ultima asserzione, imperocchè, se il guano non avesse esistito, difficilmente il pubblico avrebbe saputo qualche cosa dell'attività chimica agrologica di quest'uomo,

Volendo nuotare, un uomo della scienza non si dovrebbe abbracciare a un pezzo di sughero, e se questo lo porta ne dovrebbe rimaner contento e non vantarsene. Il guano non abbisognava del sughero e si avrebbe aperta la via da sè al pari delle strade ferrate, come di fatti esso ha percorso in altri paesi una via assai più lunga che presso di noi senza che fosse stato aiutato da nessun chimico. Le cose che fruttano denaro trovano la via di per loro.

E se vi sono dei chimici agrologi i quali sostengono, che la ammoniaca o i sali ammoniacali sieno mezzi universali per la coltura del frumento, o pure che il fosfato acido di calce lo sia per quella delle piante di rape, essi ci provano appunto con ciò che non capiscono in che stia il vero nucleo dell'agrologia.

Da ciascuna ettara di un campo l'agronomo produttore di frumento apporta ai consumatori delle grandi città in una raccolta normale (2000 chilogr.), 70 libbre di componenti minerali dei semi, tra le quali 34 libbre di acido fosforico e 21 di potassa che facevano parte di quel suo campo. In un bue del peso di 550 libbre, la città riceve 183 libbre di ossa, contenenti circa 120 libbre di fosfato di calce, e nella carne, nella pelle e nelle altre parti del bue 15 libbre di fosfati identici agli elementi dei semi della segala (1).

Gli escrementi annui solidi e liquidi di un milione di abitanti delle grandi città (uomini, donne e fanciulli) pesano nello stato di polveri disseccate 45 milioni di libbre; in queste vi sono 10 300 000 libbre di sostanze minerali, in massima parte elementi incombustibili del pane e della carne, senza far conto di 5 milioni di libbre degli animali macellati, nè delle sostanze minerali degli escrementi dei cavalli, ec. I soli escrementi degli uomini contengono 4 580 000 libbre di acido fosforico.

L'asportazione di tali sostanze dalle campagne alle città ha avuto luogo da secoli, e si rinnova ogni anno, nè alcuna parte di esse è ritornata sopra i campi di quegli agricoltori che le hanno esportate; solamente una minima parte delle medesime è utilizzata negli orti e nei campi delle vicinanze immediate delle città.

(1) Nell'anno 1855-56 vennero uccisi nei macelli di Monaco, tra vacche e buoi, 16 301 individui, che calcolati nel medio a 5 quintali ognuno pesarono 8 150 500 libbre; e però debbonsi aggiungere a questi, tra vitelli porci e pecore, altri 66 786 individui aventi un peso medio di 5 675 020 di libbre. Nè in tutti questi numeri si trovano compresi gli animali non soggetti a dazio ammazzati per uso dei trattori e delle case particolari.

Sarebbe cosa stolta il credere, che la perdita di tanta copia di componenti alimentari essenziali dei terreni non abbia influito sulla forza produttiva dei medesimi. E di fatti anche il più preoccupato dovrà al certo rimanere atterrito della enorme quantità di questa perdita, vedendo il mirabile incremento delle raccolte di frumento e di carne che si è conseguito dacchè, facendo uso del *guano*, si è cominciato a restituire ai campi una piccolissima frazione degli elementi del grano e della carne di cui erano stati depauperati. Mi ritrovo di aver già detto sopra, che gli elementi del guano sono identici con quelli degli escrementi umani. Dalle sperienze piene di utili ammaestramenti, all'uopo istituite in sei diversi luoghi della Sassonia, risultò, che un campo concimato con guano, per tre anni consecutivi, produsse una raccolta superiore a quella di un altro campo non concimato, nella proporzione che per 10 libbre di guano si ottennero 15 libbre di grano di frumento, 40 libbre di patate e 28 libbre di trifoglio. A norma della composizione dei terreni questi prodotti in più variano da 10 a 20 libbre, e nell'Inghilterra si arriva ad avere fino a 22 e 28 libbre di grano per ogni 10 libbre di guano.

Nella decima lettera p. 54, « sulla politica esterna ed interna dell'Unione e sugli effetti che ne conseguono pel popolo e per lo Stato », diretta da H. C. Curey al Presidente degli Stati Uniti (1), si legge quanto siegue:

« Negli Stati Uniti i mercati del grano sono distanti centinaia e migliaia di miglia dai luoghi ove il medesimo si coltiva, e le conseguenze di ciò si manifestano nei fatti che il suolo è quasi da per tutto esausto, e che la prosperità, invece di crescere, diminuisce.

« Or quali sieno le proporzioni in cui ciò si avvera è stato di recente dimostrato da un distinto agronomo dal quale noi veniamo a sapere:

« Che l'acido fosforico e la potassa che annualmente vengono asportati dai campi senza alcun sensibile risarcimento, hanno, secondo il prezzo corrente in piazza, un valore di venti milioni di dollari;

« Che gli elementi minerali di 600 milioni di *bushels* di grano vengono annualmente sottratti al suolo senza nessuna restituzione sensibile.

(1) Filadelfia, presso I. B. Lippincott e Comp. 1858.

« Che l'intero annuo disperdimento di elementi minerali del grano è equivalente a « cinquecento milioni » di *bushels* di grano.

« Volere ammettere, dice l'autore di questa valutazione, che questo stato di cose possa aver durata e che ci sia possibile di aumentare la nostra prosperità nazionale, è cosa veramente ridicola. La quistione non è se non di tempo, e questo scioglierà in maniera evidente il problema: ciò che noi col nostro spegnere la fecondità del suolo e con la nostra dilapidazione perdiamo, è l'essenziale della nostra esistenza.

« Il nostro paese non è divenuto ancora debole per questa perdita della sua vitalità, ma, perdurando nel presente sistema, l'ora è predestinata in cui il cuore della nazione batterà l'ultimo palpito, e l'America, la Grecia e Roma si troveranno insieme riunite sotto le ruine di ciò che fu.

« L'economia politica non dimanda la quantità che ci troviamo in grado di poter produrre, ma bensì la quantità del nostri annui prodotti che vien ridonata ai campi. Il lavoro speso nella rapina del suolo è assai peggiore del lavoro sciupato. In quest'ultimo caso esso è una perdita per la generazione presente, ma è la miseria nell'altro, che come legato si viene con ciò a lasciare ai posteri.

« Lo sciupare, Signor Presidente, è un delitto che trova sempre la sua pena, quella naturale decadenza politica e morale su cui richiamai la vostra attenzione. — I suoi effetti si veggono chiari nel fatto, che non più di 80 anni or sono, cioè, la rendita ordinaria delle raccolte di frumento ascendeva ancora da 25 a 30 *bushels*, mentre oggigiorno non è che di 12 e quella del grano turco di 25 *bushels* per ogni avere. Nello Stato di Ohio in cui ottanta anni addietro non ancora vi erano coloni, la raccolta media di frumento è meno di 12, e non cresce, anzi di anno in anno va sempre scemando. Nella Virginia, sopra una estesissima superficie, già la più ricca dello Stato, la rendita media di frumento è discesa al di sotto di sette *bushels*, mentre nella Carolina del Nord si coltivano terre che fruttano raccolte poco più grandi in gran turco. Nella Virginia e nel Kentucky si coltivò il tabacco fino a che il suolo non fu a dirittura smunto e si fu costretto di abbandonarlo; nelle regioni in cui si coltiva la bambagia noi c'imbattiamo in uno stato di esaurimento che pel breve tempo in cui si effettuò rimane senza esempio nel mondo. Le genti che coltivano bambagia e tabacco vivono del loro capitale; nei loro prodotti essi vendono la fertilità

del loro suolo fertile a un prezzo così meschino che per ogni dollaro distruggono il valore di cinque. »

Certo non corriamo alcun rischio di errare se, avendo riguardo a quanto sopra abbiam detto, ammettiamo che la importazione di un milione di quintali di guano sia equivalente ad un aumento di due milioni di quintali nella produzione del grano, aumento che non si sarebbe potuto conseguire col solo capitale di concime indigeno che si trova in circolazione; quest'ultimo ha sempre per sè la sua parte nella produzione, non altrimenti che se il guano non vi avesse in guis'alcuna cooperato.

Da secoli abbiamo portato alle grandi città, nella carne e nelle derrate, gli elementi del guano e non gli abbiamo restituiti ai campi, ed ora si spediscono bastimenti al Chili, al Perù ed in Affrica, per procurarci questo ingrasso. Per ogni 45 milioni di libbre si paga all'estero la somma di 3 milioni di fiorini (1).

Per la *esportazione* dei detti elementi i nostri campi hanno perduto nella loro fertilità; se così non fosse, come mai sarebbe supponibile o possibile, che per la importazione di essi avremmo noi potuto accrescere la fertilità dei nostri campi? La forza produttiva di un campo che si ritrova nelle *migliori condizioni per esser fertile, non si deve poter aumentare per qualsisia concime;* ecco perchè nella regola l'effetto che il guano produce sopra i campi ben governati è molto meno sensibile nella quantità delle raccolte di quello che lo sia sopra i terreni cattivi; e mentre sopra i primi non dà più raccolte rimuneratrici per poco che il suo prezzo s'innalza, i non buoni economi lo loderanno sempre e a ragione come mezzo che loro procura dei vantaggi.

Negli anni 1855-56 l'importazione del guano in Europa è stata di più di 10 milioni di quintali, dei quali la maggior parte è rimasta in Inghilterra. L'Inghilterra da mezzo secolo ha importato più di 60 milioni di quintali di ossa; e tutto ciò, rispetto alla superficie coltivabile della Gran Brettagna, è poca cosa; è un atomo, a confronto delle masse enormi di escrementi umani, che ha lasciate disperdere dai fiumi nel mare.

Rispetto alle grandi perdite che annualmente soffrono i campi, scarso compenso in complesso è quello che l'agricoltura può procurarsi coll'importazione degl'ingrassi dall'estero. Nell'anno

(1) La libbra di cui l'autore fa uso è la libbra del Zollverein =0,50 chilogr. e si divide in 16 once o in 32 *loth*. — *Trad.*

1852 il consumo del guano in Sassonia pei distretti di Dresda, Lipsia, Zwickau e Bautzen era di 60 000 quintali, ciò che importa 16,9 quintali per ogni 400 moggia di terreno (=55,3 ettare), o 4 libbre e 1/5 per ogni singolo moggio, il che equivale a 3,82 chilogr. per ettara. Questi 3,82 chilogr. di guano (delle migliori qualità) non contengono più di 1 e 1/3 chilogr. di elementi minerali dei semi, di cui nel solo grano si asportano annualmente 35 chilogr. per ogni ettara. Se dunque la Sassonia importasse in un anno 1 428 000 quintali di guano con 35 per 100 di parti minerali componenti le ceneri (pagandoli circa 5 milioni e 1/2 di talleri) ciò non sarebbe più di quello che in una sola raccolta di grano si sottrae a tutti i campi sassoni in complesso.

Non devesi per altro attribuire a questi numeri più valore di quello che meritano; essi però sono abbastanza esatti per dimostrare, che i nostri campi sarebbero immensamente più fertili; che saremmo nel caso di poter raccogliere sopra la stessa superficie infinitamente più di alimenti per gli uomini, e che non saremmo costretti a dover cedere la metà di questa superficie al bestiame, se i nostri antenati con intelligenza e cura avessero dalle città riportato e incorporato ai loro campi il guano, che nelle derrate avevano portato via dal suolo.

Tra tutti gl' industrianti non vi ha alcuno le cui mire sieno maggiormente dirette al momentaneo e passaggiero guadagno di quanto lo sieno quelle del contadino; e comechè forse appunto in questo si dovrebbe più tosto verificare il contrario, non vi ha pertanto niun altro che nel senso industriale sappia meno calcolare di lui.

L' *accorto* agricoltore, comprando dai contadini del suo contorno le loro patate per distillarne acquarzente o il loro colsat per estrarne l'olio, ben *conosce* che ogni raccolta di patate fatta sopra due moggia di terreno vendutogli dal contadino lascia dei residui che gli equivalgono tre raccolte di segala (semi) o una completa raccolta di colsat; egli ben *conosce* che ogni quintale di colsat sotto forma di panelle spremute gli vale due quintali di grano di frumento; e nello stabilire la sua distilleria o il suo fattoio egli tiene conto di questi vantaggi che gli accrescono le condizioni di fertilità ne'suoi campi.

Il contadino che gli vende le patate o il colsat *conosce* che l'altro tiene *gran conto* di questo accrescimento, ma egli stesso *non ne fa alcun conto* pei suoi campi; non gli viene affatto in men-

te di avèr cura di ritenere gli elementi del concime pei suoi campi, rinunziando a una parte del denaro che si riceve. L'agricoltore che vende il colsat dovrebbe venderne agli industrianti il solo olio, come il venditore di patate il solo amido; imperocchè in questo modo solamente la circolazione si conserva.

Or l'agricoltore non vende solamente grano, ma anche patate, bietole (per la fabbricazione dello zucchero), tabacco, canapa, lino, robbia, papavero, colsat e vino.

L'agricoltore che produce il grano e la carne esporta nei suoi prodotti solamente l'acido fosforico, gli alcali e le terre alcaline, e ritiene sopra i suoi campi gli elementi della paglia e delle piante da foraggio, e questi passano nell'avvicendamento della coltura da un campo all'altro; il trifoglio con le sue radici che scendono di più nel suolo e le rape sottraggono questi elementi al sottosuolo, e per mezzo del letame essi si accumulano incessantemente nella crosta arabile. La crosta arabile e il letamaio dell'agricoltore ricevono annualmente un incremento di acido silicico solubile, di alcali e di sali a basi alcaline; ma il contenuto di acido fosforico nell'una e nell'altro diminuisce in maniera costante.

Da ciò si comprenderà, perchè i campi dell'agronomo produttore di grano e di carne ogni qual volta venissero concimati con sostanze di tal fatta (con acido silicico libero, con potassa o sali a base di potassa) non ne risentono il benchè minimo effetto, poichè d'ordinario questi suoi campi ne contengono un eccesso, il quale anche per difetto di fosfati non produce effetto alcuno. Si comprenderà inoltre perchè l'agricoltore che produce grano e carne fa conto in preferenza sull'aggiunzione dei fosfati, del guano e degli escrementi umani, mentre degli altri alimenti egli non tiene, si può dire, alcun conto per le piante.

Sopra campi di questo genere la semplice concimazione con escrementi umani può somministrare per una indefinita serie di anni raccolte ubertose di grano, non importa se vi cooperi ovvero no il letame di stalla; ma l'uso continuato del guano esaurisce anche questi terreni. Gli escrementi umani contengono *compiutamente* gli elementi sottratti dal suolo nel grano e nella carne; non è così del guano, poichè esso è *mancante* di una certa quantità di potassa. Laonde è per questo che dopo un certo tempo la virtù fertilizzante del guano diminuisce in modo sensibile nelle terre povere di potassa come le calcaree e le sabbiose, di tal che il guano riacquista questa sua virtù ogni qualvolta i detti terreni vengo-

no in casi simili trattati con ceneri di legna ricche di potassa.

Tutt'altra è la posizione in cui si ritrova il produttore di patate e di barbabietole; egli vende i suoi prodotti ai fabbricanti di acquavite o a quelli di zucchero.

Il produttore di patate, vendendo una raccolta media da 3 ettare di terreno, vende gli elementi del semi di quattro raccolte di frumento, e inoltre più di 600 libbre di potassa.

Nella raccolta media da 3 ettare di terreno, il produttore di barbabietole vende gli elementi di quattro raccolte di frumento e *dieci quintali di potassa*. Una sola fabbrica di zucchero, quella di Waghäusel, manda ogni anno in commercio circa 200000 libbre di diversi sali a base di potassa, che vengono ricavati dal residuo della melassa, e sono provenienti dai campi dei coltivatori di bietole nel Gran Ducato di Baden.

Posto ciò, è chiaro che nella coltura delle patate e delle barbabietole due sono le cause che hanno per effetto lo esaurimento dei terreni: in ogni raccolta di questi due prodotti il suolo perde un terzo di fosfati di più che nella coltura del frumento, e perde inoltre una quantità enorme di potassa e di sali a base di potassa. I campi da barbabietole e da patate, i quali sono ricchi di potassa, possono dunque per la semplice concimazione con guano o con fosfato acido di calce acquistare una maggiore virtù produttiva; ma siccome il guano e il concime osseo *non surrogano* la potassa sottratta, l'esaurimento di questi campi, dopo una serie di anni, sarà d'altrettanto più grande. Sopra altri campi (poveri di alcali) coltivati a bietole e a patate, il letame di stalla ricco di alcali produce un effetto che supera quello del guano.

In quanto ai mezzi atti a ripristinare le condizioni della fertilità dei loro campi, gli agricoltori che producono piante per il commercio si ritrovano nella posizione la più sfavorevole. Il produttore di tabacco esporta nelle foglie di nicoziana una quantità enorme di elementi del suolo (nel fieno di trifoglio p. es. non più del 10 per 100, nelle foglie di tabacco il 18 e per fino il 24 per 100). Se egli possiede campi da foraggio, i quali gli somministrano il concime per le sue piante di tabacco, si ritroverà nella posizione di un agricoltore, che vende il suo trifoglio, le sue rape, ec. ed in pochi anni perviene ad un limite, ove i suoi campi non producono più tabacco; ond'è che per ottenere il necessario letame egli si dirige ai suoi vicini produttori di grano e di carne, e da questi compra a prezzi altissimi il *loro trifoglio* e *le loro rape*

sotto forma di letame di stalla. Ma se questo vicino, falsamente calcolando la quantità del suo letame, crede di averne in soprabbondanza, ond'egli ne cede una parte al produttore di tabacco, ciò per altro non dura ordinariamente lungo tempo, giacchè ben presto quello si accorge dell'errore che ha commesso vedendo come le sue raccolte si diminuiscono. Con ciò egli si persuade in primo luogo che non può a suo talento produrre concime e che il consiglio datogli: « che sia bastevole cioè il produrre foraggi più che si può per avere il grano da sè » non gli rechi alcun utile. Egli si accorge che il suo letame gli aveva somministrato il sesto o il settimo grano per sette e forse per dieci raccolte, il che alle volte costituisce tutto il suo guadagno, e questo si ritrova ora di averlo venduto anticipatamente per molti anni a un vilissimo prezzo, quale è quello ricavato dal suo letame, laonde egli più non lo vorrà vendere per l'avvenire.

Il produttore di tabacco che prima aveva il letame dal vicino, si rivolge ora a quei produttori di carne e di grano che non ancora hanno fatta la medesima esperienza del suo vicino, e così in ogni anno si allarga il dominio delle sue rapine fino a che si trova costretto di andare a prendere il letame alle città, e a dover supplire in altro modo agli elementi di che quest'ultimo manca.

Lo stesso avviene nei paesi che hanno una estesa viticoltura. Le vigne hanno d'ordinario una posizione inclinata e non hanno crosta arabile; il suolo vi è in proporzione infinitamente più povero di elementi nutritivi per le piante che non i terreni delle pianure. La vigna non produce concime alcuno; fino ad un certo limite essa riceve gli alimenti che le mancano dai campi di grano e di piante da foraggio dei luoghi vicini, ed i proprietari di questi ultimi dal canto loro ne spogliano il vicino bosco.

Per mezzo di profonde zappature il viticultore cerca di aprire il suo povero suolo e renderlo accessibile alle radici profonde della vite, e, piantando di tempo in tempo l'erba medica e il trifoglio, accumula nel soprassuolo gli elementi di cui questo ha difetto: egli apporta alla sua vigna come concime i frantumi logorati delle rocce ricche di alcali, e la crosta arabile dei campi che compra per questo uso.

La viticoltura esercita dunque sulla produzione del grano e della carne una influenza egualmente fatale che la coltura del tabacco e delle piante di commercio. Secondo il sistema attualmente in uso, il produttore di grano e di carne *ruba* la sua pro-

pria campagna, mentre i coltivatori delle viti e delle piante industriali rubano il produttore del grano e della carne, e le grandi città come tanti abissi ingoiano a poco a poco le condizioni della fertilità dei più estesi territori.

In questo modo appunto i produttori di tabacco e i viticultori del Palatinato e della Strada Montana spogliarono i terreni della Selva Ottonia tra l'Assia elettorale e il Gran Ducato di Baden, e compirono la ruina del già povero contadino gravato di debiti, che alla seduzione del suono dell'argento offertogli pel suo letame non seppe resistere.

Nello stesso modo le cloache della città antica regina delle genti ingoiarono dopo una serie di secoli la ricchezza dell'agricoltore Romano; ed allorchè i campi di quest'ultimo non bastavano più a fornire i mezzi per alimentare gli abitatori della Capitale, furon gittate negli stessi baratri le ricchezze della Sicilia, della Sardegna e delle coste fertili dell'Africa.

Colà solamente la fertilità del suolo si conserva inalterata da secoli, ove una popolazione agricola abiti stivata sopra una superficie relativamente piccola, ed ove il borghese e l'artigiano delle piccole città, disseminate su quella estensione, coltivino la loro parte di terreno mercè l'aiuto dei propri operai.

Sopra un miglio quadrato (tedesco = 16 miglie quadrate italiane) ove abitano due o tre mila uomini, non è possibile l'esportazione dei prodotti di grano e di carne, perchè necessari nella totalità ad alimentare la popolazione locale; un sopravvanzo che si potrebbe esportare non esiste che rarissimamente. La fertilità di un paese in tali condizioni si mantiene costantemente pel regolare ritorno delle medesime. Tutti gli elementi minerali dei prodotti consumati tornano ai campi onde furono tolti; nulla va perduto, perchè ognuno sapendo quel che perde ha cura di conservare e di accumulare.

Supponiamo invece il medesimo territorio nelle mani di dieci grandi proprietari, ecco che la rapina subentra al sistema delle restituzioni. Il piccolo proprietario restituisce al campo quasi compiutamente quello che gli ha tolto; il grande porta il grano e la carne ai lontani centri di consumo e perde così le condizioni della loro riproduzione. Dopo una serie di anni questo territorio diviene un deserto come la Campagna romana.

Questa è la naturalissima causa del depauperamento delle terre per effetto dell'agricoltura; non n'esiste alcun'altra; e so-

lamente i nostri moderni agrologi non vogliono riconoscere questa causa, e sono intenti ad accelerare a tutta possa la ruina dell'agricoltura Germanica e a renderla non più ripristinabile; poichè, come essi insegnano, i terreni fertili sono inesauribili in quanto alle condizioni della loro fertilità e non vi manca che la frusta per metterle in movimento. Buono che la sorte volle nel guano mandar loro un'àncora di salvezza nella grande miseria di cui per le loro dottrine portano la colpa, ma nelle fatali loro mani questo aiuto diventa un mezzo atto a far sì che coll'andare del tempo la miseria ne abbia a divenire anche più grande e completa. Certo ancora questo aiuto un giorno verrà meno: e poi che avverrà?

« A tanto non siamo ancora arrivati », ripetono tutti coloro che finora hanno avuto campi ricchi e raccolte benedette; « A tanto noi non siamo ancora arrivati » disse pure quel ladrone che doveva convertirsi, e lo disse fino a che ebbe la fune intorno al collo; e a questo par che la cosa vada a finir sicuramente! Ma se ciò è esperienza agraria, certo però non è scienza.

LETTERA XLVIII.

La storia dell'uomo—disse Thaer—è pure quella dell'agricoltura; non vi ha sentenza che fosse più erronea di questa. Tutte le nostre industrie che stanno in connessione con le scienze naturali hanno una storia, ma l'agricoltura moderna non ne ha, imperocchè essa data da oggi o tutto al più da ieri; ciò che una settimana addietro si è fatto, essa non lo conosce, o pure, conoscendolo, l'agricoltore non ne fa tesoro.

Milioni di fatti non possono passare in eredità ai posteri, ma i principi scientifici che sono le espressioni scientifiche dei medesimi si trasmettono ad essi, imperocchè per la loro natura sono invariabili.

Tra tutte le industrie l'arte agraria è la più ricca di *fatti* e la più misera per la intelligenza dei medesimi; i *fatti* sono come *granelli di sabbia* che il *vento* soffiando disperde; questi granelli si trovano raccolti nei *principî* e formano una *roccia*. Un *fatto* di per sè altro non afferma se non che esso esiste; nell' *esperienza* il fatto ci deve spiegare il *perchè* della sua esistenza.

Rispetto alla sua natura la scienza è conservatrice, non distruggitrice; le verità riconosciute nella pratica non vengono ripudiate dalla scienza, ma bensì ricevute. Giammai la scienza le contraddice; essa le riduce alla loro giusta espressione e le sviluppa, di tal chè la scienza non può provocare una rivoluzione nella pratica; ma invece è la via sulla quale si succedono i progressivi sviluppamenti di cui sempre l'uno riceve l'altro in sè.

L'odierna agricoltura ha i suoi metodi e sistemi secondo cui viene esercitata; senza principî, poichè le manca il « sapere » dopo tante migliaia di anni, anche il *più valente e più esperto agronomo* non sa quale dei letami sia il *migliore*, nè sa in quali circostanze sia da preferirsi il letame fresco al letame maturo.

Con la storia dello sviluppo dell'uomo, l'agricoltura moderna si trova finora non aver connessione di sorta; e se quella è lo specchio degli errori e sbagli commessi dall'uomo, lo è pure del suo progresso. L' agricoltura moderna nulla sa di *errori* e perciò neanche di *progresso*.

Se lo sviluppo del genere umano esistesse nella storia per l'agricoltura, o se gl'insegnatori di questa se ne volessero istruire, l'agronomo saprebbe, che venti secoli or sono gli uomini più dotti e chiaroveggenti dell'antica Roma scorsero in quei tempi l'agricoltura minacciata dagli stessi pericoli che le soprastanno ai nostri giorni, e che persino il sistema di coltura intensiva, che i nostri moderni agrologi ritengono e raccomandano come il migliore, fu di già in quei tempi tentato, e ciò senza distruggere il male.

Le seguenti notizie ricavate dagli scritti di Columella, di Catone, di Virgilio, di Varrone e di Plinio, forse saranno valevoli a far aprire gli occhi all'agronomo sulla posizione pratica in cui si ritrova, e a fargli conoscere come tutte quelle che il suo maestro odierno gli insegna, sono, senza eccezione, cose che venti secoli addietro si conoscevano così bene come oggi e delle volte anche meglio. Chi legge i dodici libri di Columella e il confronta coi nostri manuali di agricoltura pratica si sente come se da

un arido deserto entrasse in un bel giardino fresco ed ameno e che vi è tutto.

COLUMELLA nella Introduzione diretta a PUBLIO SILVINIO dice: « I grandi dello Stato soglionο querelarsi, ora della sterilità dei campi, ora delle incostanze atmosferiche che da qualche tempo hanno nociuto ai frutti; altri opinano che il suolo sia esausto e divenuto impotente per la troppo grande fertilità dei tempi anteriori. Ma nessun uomo ragionevole, così continua, sarà per farsi mai persuaso che la terra, come noi altri, si sia invecchiata; la sterilità proviene piuttosto dal nostro proprio procedere, giacchè abbandoniamo l'agricoltura alla discrezione di schiavi inesperti.

» L'agricoltore ha bisogno di una conoscenza, ed il pastore di un'altra. Il primo deve conoscere come meglio possa far fruttare le terre, e l'altro come render migliore l'allevamento del bestiame. E siccome entrambi stanno in intima connessione tra loro, essendo quasi sempre più vantaggioso di far consumare i foraggi sui campi dove erano cresciuti che di venderli, poichè il concimare contribuisce nella massima parte alla fertilità dei terreni, e si tengono gli animali essenzialmente per produrre letame, ogni proprietario di una tenuta dovrebbe non solo aver conoscenza dell'arte agraria, ma anche della pastorizia, come pure del modo con cui si governano gli animali nutriti nelle stalle » (COLUMELLA).

» In che consiste una buona agricoltura? In primo luogo nel buon governo; in secondo nelle buone arature, ed in terzo nelle buone concimazioni » (CATONE).

» Il colore non è un segno infallibile per conoscere la bontà del terreno. Imperocchè, non altrimenti che il bestiame più forte ha quasi innumerevoli colori, anche la terra migliore ha molti e varî colori (COLUMELLA).

» Vi sono varie sorte di terreni, calcareo, sabbioso, argilloso, ec. L'uno è umido, l'altro arido o mediocre, grasso o secco, frolle o compatto; e dalla loro miscela nascono infinite varietà; il suolo argilloso compatto si corregga con sabbia o marna e il suolo sabbioso con argilla » (PLINIO, PALLADIO e COLUMELLA).

Per lo scolo delle acque superflue, esso si opera per mezzo di fossi che possono essere aperti o pure coverti; in un terreno compatto e cretoso i fossi aperti sono da preferirsi. I fossi aperti debbono essere più larghi sopra, e se sono rettangolari l'acqua li lava e la terra che vi si precipita dentro li colma. Il fosso coverto si scava alla profondità di tre piedi, e la metà se ne riem-

pie con piccole pietre o con sabbia grossolana, vi si butta sopra la terra scavata e si appiana; non avendo nè pietre nè sabbia vi si buttano delle fascine che si comprimono per quanto è possibile nel fosso ed il tutto si ricopre con terra. All'apertura del fosso si mettono a guisa di un piccolo ponte due pietre le quali facendo l'ufficio di colonne ne sostengono una terza che le viene soprapposta; ciò mantiene il fosso aperto « (Columella). » La terra di un campo, per esser fertile, deve prima di tutto essere disgregata, ciò che noi conseguiamo con le arature » (Virgilio). « Arare la terra altro non vuol dire se non dissodarla e rammorbidirla, il che in preferenza di ogni altro mezzo la rende fertilissima » (Catone). « I nostri antichi Romani ritenevano come malamente arato un campo che avesse bisogno di essere erpicato » (Columella). « Le terre pesanti si dissodino nell'autunno e si arino tre volte. Si tirino solchi stretti e profondi in maniera che non si veda da qual banda si è arato, così tutte le radici delle erbe cattive vengono estirpate; il campo in maggese si deve spesse volte arare, fino a che quasi si vegga ridotto in polvere. Il padrone del campo esamini spesso se le arature vengono eseguite a dovere, e però a tal'uopo fa mestieri che egli attraversi con una pertica le porche (i Romani disponevano la terra dei loro campi in tanti spartimenti longitudinali rialzati nel mezzo e un poco più bassi sugli orli ove toccavano i solchi divisori, come si vede anche oggi nei dintorni di Norimberga, benchè questi ultimi fossero meno larghi di quelli dei Romani): se l'erpice passa senza resistenza, si potrà essere certo che il terreno è stato ben arato. Le zolle si debbono sminuzzare con diligenza. Si facciano i lavori coll'aratro quando non è il terreno nè troppo secco, nè troppo umido; se il suolo è troppo duro, l'aratro non lo penetra o pure stacca delle zolle troppo grosse; ad una certa profondità, anche del suolo il più fertile, il terreno è sterile, e quest'ultimo vien portato in su per mezzo delle grosse zolle, onde la crosta arabile ne vien peggiorata. A norma della conformazione e della situazione di un campo si scelgano le piante più adatte » (Catone), « imperocchè non tutte allignano egualmente bene in tutte le diverse specie di suoli » (Varrone). « Vi sono delle piante che amano terreni secchi, altri si trovano bene nei terreni umidi. » (Catone). « Il fieno che cresce sopra un terreno naturalmente umido è migliore del fieno ottenuto a forza di adacquare. Il suolo di un prato nelle pianure deve essere alquanto inclinato, affinchè

la pioggia e le altre acque non vi restino stagnanti e se ne scorrano lentamente » (idem).

> Vid'io ben molti de' legumi il seme
> Ir medicando, e con sal nitro pria
> Rimescolarli, e con feccìosa morchia,
> Perchè gonfio maturasse il frutto
> Nelle soventi ingannatrici spoglie,
> E pronto s'ammollisse a lento fuoco.
> Ma d'ogni cura, e d'ogni studio ad onta
> Pur li vid'io degenerar, se ogni anno
> D'essi i maggiori il buon Cultor non sceglie.
> Così per forza del destino or tutto
> Addietro torna rovinando al peggio.
> (Georgica I, Virgilio).

» Abbi cura che i cereali vengano due volte zappati per distruggervi le erbe cattive, le quali dipoi si debbono estirpare con le mani » (Catone).

» Sui grandi tenimenti per risparmiare letame si lascino i campi maggesare ogni due anni » (Plinio). Se lo spazio per esser ristretto non permettesse di praticar ciò, si alternino piante da foraggio coi cereali, e si supplisca per mezzo del letame la « forza perduta » (Catone e Columella). Alcuni seminano i loro campi per due anni consecutivi con piante culmifere, ma i proprietari vietano ciò ai fittaiuoli » (Festo). Un campo deve riposare un anno alternativamente e venir seminato a piante che meno smungono il suolo (Varrone).

» Tra le civaie si abbiano in primo luogo di mira i lupini, perchè richiedono il minor lavoro, costano poco e tra tutti i seminati sono i più vantaggiosi per la campagna; pei campi smunti sono il migliore concime e crescono sopra campi anche non fertili.

» Delle suddette seminagioni, secondo Saserna, alcune ingrassano il terreno e lo rendono fertile, mentre altre al contrario lo *smungono* e lo fanno *isterilire*. I lupini, le fave, i piselli, le lenticchie e le vecce, come si dice, ingrassano il terreno. Pei lupini e per le vecce io ciò l'ammetto, ma però si debbono falciare mentre sono ancora verdi, e prima che sieno disseccati si debbono incorporare nel terreno per mezzo dell'aratro » (Columella). « Il lino, il papavero e l'avena indeboliscono il terreno » (Virgilio).

» L'unico mezzo efficace per qualsisia terreno che abbia sofferto per queste seminagioni è il concimare, mezzo con cui vien

ripristinata la forza perduta della terra » (COLUMELLA). « Vi sono tre specie di letame; il migliore è quello degli uccelli; dipoi viene quello degli uomini, e in terzo rango quello del bestiame. Ma anche per quest'ultimo vi ha una differenza. Lo sterco degli asini è il migliore, indi siegue quello delle pecore, delle capre ed in ultimo luogo quello dei cavalli e degli animali vaccini; ma il peggiore di tutti è il letame proveniente dai porci. Se il tenimento si compone di campi da frumento non è necessario che ciascuno di questi letami venga conservato separatamente; ma dovendo essi servire per ingrassare alberi, prati o altri campi, si abbia cura di accumulare separatamente ciascuna di queste diverse specie di concimi » (COLUMELLA). « Lo sterco delle colombe (il guano) si sparga sopra i prati, nei giardini e sopra i seminati » (CATONE, VARRONE e CASIO). « Pei prati lo sterco dei cavalli è quasi il più conveniente, come pure in generale quello di tutti gli animali da soma che si nutriscono con orzo, imperocchè quest'ultimo fa crescere l'erba con più rigoglio » (VARRONE).

» Anche le ceneri si portano con vantaggio sui campi, e al di là del Po, dice PLINIO, l'uso delle ceneri è così generale, che queste vengono preferite al letame degli animali da tiro. »

» Chi si trovasse di non avere alcuna di queste differenti specie d'ingrassi, potrà con vantaggio imitare l'esempio del mio zio paterno, M. COLUMELLA, il quale non ingrassava le viti con letame, poichè ciò guastava secondo lui il sapore del vino, ma egli si aspettava una più ricca vendemmia dal versarvi sopra una terra arteficiale che si era procurata dai boschi. Mancando assolutamente di ogni specie di concime, ritengo che l'agricoltore si possa nel miglior modo aiutare coi lupini, seminandoli in un terreno secco verso la metà di settembre e di poi incorporandoli nel terreno stesso, giacchè così fanno le veci del migliore ingrasso » (COLUMELLA).

» Un agricoltore deve conoscere che un campo il quale rimane senza alcuna concimazione, perde le sue forze; ma che all'opposto una concimazione troppo forte nuoce al terreno. Preferisca dunque meglio di concimare più spesso anzi che in troppa quantità » (COLUMELLA).

» Piacemi ancora di osservare, che il miglior letame per un campo è quello che un anno sia stato sul letamaio; nell'estate si deve rimuoverlo e mantenerlo sempre fresco, affinchè i semi del-

le erbe parasite si putrefacessero e non venissero più riportati sui campi » (COLUMELLA).

» I migliori foraggi sono l'erba medica, il fieno greco, le vecce, e i granelli e la paglia di orzo mischiati. Tra queste piante l'erba medica si distingue particolarmente per la sua utilità, imperocchè una volta seminata, essa dura per dieci anni, ingrassa il bestiame magro ed è una medicina per gli animali infermi. In sul principio si deve liberarla dalle erbe parasite, le quali altrimenti farebbero perire la tenera pianta » (COLUMELLA).

» Non tutte le piante si seminano per goderne dei frutti nell'anno stesso, ma per averne nell'anno seguente, imperocchè molte piante che segate vengono incorporate nel terreno, migliorano il suolo. Così sopra un terreno magro si piantano i lupini e dipoi gli s'incorporano coll'aratro in luogo di letame » (VARRONE).

» Falcia l'erba a tempo debito, e abbi cura che ciò non avvenga troppo tardi; segala prima che ne maturino i semi, e il miglior fieno devi metterlo in disparte » (CATONE). « I prati muschiosi si nettano o seminandoli nuovamente o concimandoli, ma nè l'uno, nè l'altro è così vantaggioso come il trattarli ripetutamente con ceneri, il che distrugge il muschio » (COLUMELLA).

Tutte queste prescrizioni, come ce l'insegna la storia, non ebbero che un successo passaggiero; esse accelerarono la ruina dell'agricoltura romana; al piccolo proprietario mancarono in ultimo i mezzi per mantenere la fertilità dei suoi campi e ricavarne raccolte rimuneratrici, e di già ai tempi di COLUMELLA non si raccoglieva che il quadruplo del seminato. I campi caddero nelle mani dei grandi proprietarî, e dopo che il lavoro degli schiavi permetteva ancora per qualche tempo di conseguire col « minimo dispendio di concime il massimo fruttato », le rendite dei terreni non bastavano più neanche a pagare le imposizioni, e come la storia dei primi tre secoli dell'era nostra ci narra, subentrò lo stato più orrendo e spaventevole in cui un popolo possa cadere. Molte furono le cagioni che vi cooperarono, ma lo esaurimento delle campagne fertili per effetto di una rapina sistematica in agricoltura fu al certo l'una delle più potenti.

LETTERA XLIX.

Mostrerò agli agrologi un altro popolo, il quale senza scienza alcuna, perchè questa gli è ignota, ha saputo trovare la pietra filosofale che essi indarno vanno cercando, un paese, di cui la fertilità è andata aumentando anzichè diminuendo da tre mila anni a questa parte, ed in cui per ogni miglio quadrato vivono più uomini che in Olanda o nell'Inghilterra.

Nella Cina (giusta le descrizioni di autori antichi e moderni, Davis, Hedde, Fortune ed altri, confermate pure da una richiesta, che, dietro le mie istanze e per ordine del defunto Sir Roberto Peel, fu a bella posta fatta perchè io potessi avvalermene), non si conosce la *coltura dei prati* e dei *foraggi* per uso del bestiame rinchiuso nelle stalle, non si conosce il *letame di stalla* o di masserie, e pure tutti i campi fruttano *doppia* raccolta annualmente, e non mai rimangono in maggese.

Il frumento rende spesso fino a 120 e più per uno (Eckberg); il 15 è considerato un punto medio (Davis). Tutti quei mezzi che l'agrologo alemanno considera come assolutamente *indispensabili* per aumentare i ricolti delle campagne, e di cui raccomanda l'uso ai suoi discepoli, sono *totalmente* inutili all'agronomo cinese, e però questo produce anche senza la loro cooperazione raccolte che superano del doppio quelle dell'intensivo agricoltore alemanno.

Vero è che nella Cina i rapporti sono tutt'altro che presso di noi; i Cinesi sono per la maggior parte Buddisti e non mangiano carne vaccina; noi mangiamo più carne e perciò dobbiamo anche coltivare foraggi per la produzione della carne; però non è di questo che si tratta, ma bensì dei principi che debbono guidare la pratica. I nostri moderni agrologi non insegnano la coltura dei foraggi per produrre carne, ma insegnano che si debbano coltivare i foraggi per produrre letame, ed in questo senso essi fanno vedere come non intendano giustamente la vera indole dell'agricoltura e nulla sappiano dei principi scientifici.

Nello stabilire un principio scientifico, non si considera se le sue applicazioni presentino o pur no utilità per la pratica, ma solamente *se sia vero;* or, se è vero, le sue applicazioni possibili debbono *per necessità* riuscir vantaggiose.

Nell'agrologia scientifica non si può più ammettere la nozione ordinaria del *letame*, perchè le idee annesse a questa parola non hanno più valore alcuno, come pure non l'ha più la parola *flogisto*, con cui sino alla fine del secolo passato si spiegavano i fenomeni chimici.

Fino a che non si pervenne a conoscere che cosa sia il flogisto, questa parola si adoperava come una parola collettiva che fosse valevole a rannodare tra loro e rendere intelligibile nella teoria un complesso di fenomeni di cui s'ignoravano le vere cagioni. Ma essendosi finalmente scoverto che cosa era veramente il « flogisto » e qual ne fosse il valore, subentrarono in sua vece le giuste idee, onde le spiegazioni ne diventarono dipoi vere, certe e stabili, ciò che prima non erano. Il legno pertanto non brucia diversamente da come bruciava, e l'aria vi prende parte come prima, nè l'acqua bagna altrimenti da quel che faceva per lo passato; pure quale immenso progresso non ha fatto il genere umano per ciò che in luogo del flogisto abbiamo oggi idee giuste dell'aria, dell'ossigeno e del processo della combustione?

Un progresso consimile, ma molto più grande e infinitamente più benefico, si svilupperà dalla giusta ricognizione del processo nutritivo delle piante e degli animali; e per quanto oggi riuscirebbe stucchevole se un maestro di chimica volesse spiegare qualsisia fenomeno chimico per mezzo del flogisto, per altrettanto noioso riuscirebbe pure se un agrologo scientifico volesse spiegare un dato caso per mezzo dell'idea « letame », imperocchè in luogo della vieta idea di letame, *che oggigiorno non ha più senso alcuno,* sono subentrati *alimenti* ben determinati per ciascuna singola specie di piante, dalla cooperazione dei quali il fenomeno o il caso deve venire spiegato.

La teoria della necessità della produzione del letame per mezzo delle piante da foraggio, e del mantenimento necessario del bestiame per l'agricoltura, è una teoria erronea.

Bisogna in ciò saper distinguere l'*utilità* dalla *necessità*. Il bestiame può essere utile all'agricoltore, procurandogli guadagni col prodotto del butirro, del formaggio, e della carne; questo è un'altra cosa, ma egli deve conoscere e gli si deve insegnare che

l'allevar bestiame non deve per lui costituire una necessità.

Per la produzione dei letami il bestiame è necessario; ma la produzione dei letami non è indispensabile a fertilizzare i campi pel grano. Nel sistema di colture avvicendate quello che *solo è necessario* si è la coltivazione di piante da foraggio, l'incorporamento dei loro elementi minerali nella crosta arabile dei campi pel grano; e per le piante culmifere è indifferente del tutto che i foraggi vengano prima mangiati dagli animali e convertiti così in letame.

Se i lupini, le vecce, il trifoglio, le bietole, ec. vengono sminuzzate e sotterrate, che sieno ancor verdi, nel suolo, la loro efficacia ingrassante sarà molto più grande.

La produzione del grano, e quella della carne e del latticini sono piuttosto in antagonismo che in connessione tra loro, e scientificamente dovrebbero essere tenute distinte; imperocchè quello che si vende nella carne è perduto pel grano, e viceversa. Noi abbiamo bisogno di carne, di latte, di formaggi, e quando ce li fornisca l'allevatore di bestiami, il quale si limiti specialmente a questo, senza occuparsi di produrre grano, ne deriveranno vantaggi maggiori pel consumatori, per lui e pei coltivatori del grano. In Inghilterra questa separazione ha luogo gradatamente; e se gli agricoltori alemanni a poco a poco andranno imparando la tavola pittagorica come è a desiderarsi, potremo sperare che anche presso di noi vi si pervenga. Una fabbrica di prodotti chimici non si stabilisce ovunque indifferentemente, ma solo nei siti che presentano qualche speciale opportunità, e l'agricoltura al postutto è un'industria come tutte le altre.

Nella Cina nulla si sa di ciò che costituisce il fondamento dell'agricoltura in Germania: al di fuori dei sovesci non vi si conosce alcun altro ingrasso che gli escrementi umani; e tutto ciò che l'agricoltore cinese adopera ancora per aumentare la rendita delle sue terre è insignificante per la quantità e per l'effetto in confronto dell'effetto prodotto dagli escrementi umani.

Non è possibile che presso di noi si possa formare una idea di tutta quella cura che il Cinese adopera nel raccogliere le feece umane; per lui (così rapportano Davis, Fortune, Hedde ed altri) esse sono il succo alimentare della terra, la quale deve a questo energico agente la sua attività e la sua fertilità.

Il Cinese, di cui la casa tuttavia è forse quella che in origine sarà stata una tenda, cioè, con la sola differenza che questa è di pietra e legna, nulla sa di latrine come sono le nostre, ma nella

parte migliore e la più comoda della sua abitazione egli tiene vasi di creta, o cisterne murate con ogni possibile cura, e l'idea dell'utilità tanto domina fin la delicatezza del senso, che poveri e ricchi, come ci racconta Fortune (1), contemplano con una certa compiacenza quello che in ogni città civilizzata di Europa sarebbe considerato come un insopportabile inconveniente; « ed io sono convinto », così egli continua, « che niente maggiormente desterebbe le maraviglie di un Cinese di quello che se uno volesse lagnarsi del cattivo odore che emana da quel recipienti. » Essi non disinfettano questo ingrasso, ma conoscono benissimo che perde della sua forza fecondatrice esposto all'aria, e perciò cercano impedirne ogni esalazione.

Dopo il commercio del frumento e delle sostanze alimentari, nessnn altro è così attivo quanto quello di coteste materie fecondatrici. In lunghe e lorde barche, che trascorrono pei canali, queste materie vengono ogni giorno trasportate e diffuse per ogni verso nel paese. Ogni Kuli che recò il mattino le sue derrate al mercato, riporta la sera a casa sua dne mastelli pieni di questo ingrasso, sospesi ad una canna di bambù.

Apprezzano tanto questo concime, che ciascuno sa quanto in un giorno, in nn mese, in un anno ne rende un uomo, e il Cinese considera più che come nna inciviltà se l'ospite abbandona la sua casa portando via un vantaggio sul qnale per la sua ospitalità egli crede giusto di aver un dritto. Gli escrementi giornalieri di cinqne persone sono valutate a due *teu*, ciò che per un anno importa 2000 *cash*, ovvero circa 20 ettolitri al prezzo di sette fiorini.

Nelle vicinanze delle grandi città le sostanze fecali vengono disseccate, compresse e ridotte in tavolette parallelepipede, simili a mattoni, di cui riesce agevole il trasporto anche a grandi distanze; per farne nso vengono disciolte nell'acqua e adoperate in forma liquida. Tranne pel riso, il Cinese non somministra l'ingrasso ai campi, ma alle piante.

Ogni sostanza derivante dalle piante o dagli animali è raccolta dal Cinese con diligenza e trasformata in concime; le panelle dei semi oleiferi, le corna e le ossa degli animali sono molto pregiate, così pure le filiggini e specialmente le ceneri; e tanto va lungi la cnra di non lasciar perdere parte alcnna di sostanze animali, che i barbieri per farne smercio ammassano con ogni

(1) The Tea districts of China and India. Vol. I, p. 221.

diligenza i peli che radono dalle guance e i capelli; e poichè si tratta di centinaia di milioni di teste che giornalmente si sottomettono a questa operazione, ciò importa già qualche cosa. Il Cinese conosce l'effetto del gesso e della calce, e spesso avviene che rinnova l'intonaco delle cucine solo per servirsi del vecchio come concime (DAVIS).

Niuno degli agricoltori cinesi pone nella terra un seme di cereali senza che prima lo avesse tenuto in infusione nell'ingrasso liquido, e senza che avesse cominciato a germogliare; e l'esperienza ha loro insegnato, come assicurano, che in quel modo non solo lo sviluppo della pianta diviene più agevole, ma anche il seminato rimane difeso dal guasto degl' insetti nascosti nel suolo (DAVIS).

Durante i mesi estivi vengono ammucchiati ogni maniera di residui di vegetabili, come zolle, paglia, erbe buone e cattive, torbe, il tutto mischiato con terra; e quando i mucchi son ben seccati, vi si appicca il fuoco, in modo che bruciano lentamente per più giorni, ed il tutto si trasforma in una terra nera, che viene dipoi impiegata come ingrasso per concimare le sementi. Quando è giunto il tempo della seminagione, un uomo fa i buchi, un altro lo siegue e vi ripone i semi, ed un terzo vi aggiunge la terra nera — la giovane semenza piantata in tal modo si sviluppa con tanta energia che acquista la forza di spingere le sue radici attraverso del suolo compattó e di appropriarsene gli elementi (FORTUNE).

« L'agricoltore cinese ammollisce i semi del frumento nell'ingrasso liquido e li semina foltamente in un piantonaio, e dipoi quando ne sono ancor tenere le pianticelle le trapianta; delle volte egli pone le semenze ammollite direttamente nel terreno a ciò preparato di maniera che esse distanno tra loro per quattro pollici. Il tempo del trapiantare è verso il mese di dicembre; in marzo ogni seme getta sette e fino a nove steli con spighe, ma la paglia è più corta che presso di noi. Mi si è assicurato che il frumento dia il 120 e più per ogni seme, fruttato che ricompensa ampiamente il tempo e la fatica che vi si sono impiegati. » (ECKEBERG. Rapporto all' Accademia delle Scienze in Stocolma, 1765 (1)).

(1) Nel giornale di Dresden del dì 16 Settembre 1856 si ritrova la notizia che siegue: Come da EIBENSTOCK ci viene comunicato, l'ispettore

Sull'isola di Tschusan e per la intera contrada produttrice del riso di Tscheklang e Kiangsu vengono esclusivamente coltivate due piante che servono di soverscio alla pianta di riso, il trifoglio e una specie di *coronilla*. Si scavano solchi profondi con porche alte simili a quelle che si usano nella coltura del selleri, e le semenze della pianta da caluria si spargono sopra le porche a macchiette distanti cinque pollici l'una dall'altra; in pochi giorni comincia la germinazione, e molto prima che l'inverno fosse finito tutto il campo è ricoperto di una vegetazione lussureggiante; in aprile le piante vengono incorporate nel suolo, ove con molta rapidità cominciano a decomporsi emanando un odore disgustevolissimo. Questo metodo è generalmente in uso da per tutto ove si coltiva il riso (FORTUNE, vol. I, p. 238).

Questi cenni a cui ci dobbiamo limitare per brevità forse basteranno a rendere persuaso l'agricoltore alemanno, che la sua pratica sta a quella del più antico popolo agricolo del mondo come sta l'esperienza di un fanciullo a quella di un uomo adulto e maturo; e l'agricoltura dei Cinesi è tanto più degna della nostra ammirazione, che considerando tutto ciò che essi posseggono nelle altre industrie meccaniche e chimiche, riesce quasi del tutto incomprensibile come essi abbiano potuto arrivare a scoprir tutto per effetto del puro empirismo, imperocchè il metodo dell'istruzione cinese esclude qualsisia dimanda di una causa o di una ultima causa, cosa che sola li avrebbe potuti condurre a dei principî scientifici o ad una scienza, ma è da tanti secoli che essi

forestale TIERSCH colà residente ha fatto da più anni dei saggi benissimo riusciti col trapiantamento del grano d'inverno in tempo dell'autunno. Circa la metà del mese di ottobre egli trapiantò le piantoline a ciò destinate, 1 *metro* di semenze per 100 *pertiche* quadrate di superficie, ciò che ebbe un risultamento oltremodo fecondo. Vi erano dei ceppi che contenevano fino a 51 steli con spighe, ed ognuna di queste ultime portava fino a 100 grani.

Io ho pregato il signor F. G. TIERSCH a darmi maggior dilucidazione sopra i suoi esperimenti; e secondo ciò che mi comunicò sulle spese e la rendita non sembrami esservi dubbio alcuno, che anche presso di noi il procedimento cinese promette molti vantaggi applicati alla coltura di terreni ricchi e in contrade ove non mancano le braccia. Un mio amico, il quale vide il campo sul quale furono fatte le esperienze in parola, mi comunicò che avendone strappata una pianta a caso (non facendo prescelta) vi contava 21 steli con spighe piene. Pei campi poveri questa coltura non è da imitarsi in guis'alcuna.

la escludono così compiutamente che la capacità di un ulteriore progresso, salvo il caso che avvenisse per imitazione, sembra essere affatto estinta nel popolo. L'investigazione delle leggi della natura o lo studio di esse che hanno condotto l'Europeo alle macchine a vapore, al telegrafi elettrici e al dominio delle forze della natura in innumerevoli altre cose, sono pel dotto Cinese una vera impossibilità, imperocchè il loro primo e più antico istitutore religioso, CONFUTSE, vieta allo studente di far sorgere in lui alcun nuovo pensiero e di pensare ad altro che quello non sia che si ritrova scritto ne'suoi libri.

Vero è che ciò che si è sperimentato essere buono per un popolo non sempre può convenire per tutti i paesi e per tutti i popoli; ma una verità importante e incontrastabile emerge dalla cognizione dell'agricoltura Cinese, che i campi cioè del Cinese, hanno conservato sempre pari la loro fertilità fin dai tempi di ABRAMO, fin dai tempi in cui fu eretta la prima delle piramidi d'Egitto (nelle quali si trovano vasi di porcellana Cinese della stessa forma e con la stessa foggia di scrittura con cui anche oggigiorno se ne fabbricano nella Cina), e ciò unicamente mediante la restituzione delle condizioni della fertilità che sono sottratte alla terra nei suoi prodotti, ossia, quel che è lo stesso, coll'aiuto di quell'ingrasso di cui la massima parte in Europa va perduta per l'agricoltura.

LETTERA L.

È da secoli che l'agricoltore Europeo non ha fatto se non asportare sempre senza nulla restituire, onde le sue terre sono andate continuamente scemando di fertilità.

L'agricoltore Cinese, al contrario, da secoli ha sempre restituiti alle sue terre gli elementi del suolo che avea asportati, e la loro fertilità si è aumentata coll'accrescimento della popolazione.

La legge delle restituzioni e dei compensi, o, altrimenti for-

molandola, quella cioè, che i fenomeni si ripetono e si perpetuano solo allorquando si ripetono e si conservano le condizioni che li determinano, è la più generale fra tutte le altre nella natura; essa governa la evoluzione di tutti i fenomeni del mondo fisico, di tutti i processi della vita organica, di tutti i risultamenti dell'arte e dell'industria dell'uomo; e da ciò solo che l'agricoltura vuol disconoscerla, e che per sino gli agrologi la negano, si potrà intendere in che stato si ritrovino le scuole nelle quali i figli dei nostri agricoltori vengono istruiti.

Tutto ciò che la chimica insegna dell'aria, dell'acqua, del processo della combustione, della crosta arabile, delle ceneri delle piante, dell'ingrasso e degli elementi che le compongono, è talmente facile ad esser compreso, che ogni maestro istruito si ritrova nel caso di potere, in una dozzina di lezioni, rendere famillare con queste cose qualsisia giovane contadino, e ciò impiegando i mezzi più semplici d'insegnamento, segnatamente se il maestro nella sua esposizione stabilisce dei limiti ben determinati e non li oltrepassa. Le lezioni che in Londra vengono da tempo in tempo fatte da FARADAY ai fanciulli del *Royal Institution* provano come ciò sia possibile.

In Baviera sotto il regno di Massimiliano e per suo espresso comando si è dato principio a questa istruzione, e cinque anni or sono, tutt'i maestri dei Seminari per i futuri maestri di scuola, si sono a tal uopo istruiti in Monaco e si sono esercitati in un corso particolare.

Se per mezzo dei maestri di scuola della campagna queste cognizioni elementari vengano divulgate fra i contadini, si sarà conseguito lo scopo, e lo Stato dal canto suo si troverà di aver così fatto il meglio di tutto ciò che in generale potrebbe fare per l'agricoltura.

Se nelle scuole il ragazzo impara a conoscere, non fosse altro che pel solo nome, le condizioni della fertilità dei campi; se il suo maestro gli dice che la inutile dissipazione di esse, come quella del pane, sia un peccare verso il povero, verso di se stesso e la società umana, allora quando sarà uomo adulto fabbricherà letamai, e di tal sorta che la polizia igienica con la forza non riesce ora a costruirne simili.

In quanto poi a ciò che concerne gl'istituti agronomici di prim'ordine, uno sguardo dato al loro regolamento ci fa conoscere come essi, nello stato in cui attualmente si ritrovano, non

sieno forniti delle vitali condizioni che si richieggono pei nostri tempi.

La riunione della scuola coll'insegnamento dell'arte pratica, ossia del mestiere, distrugge l'effetto di quella che potrebbe esser tanto utile; e gli stabilimenti stessi non sono nè l'uno nè l'altro, nè stabilimenti cioè per la coltura dello spirito, nè tampoco buone officine; essi partecipano di entrambi, ma nè delle une, nè degli altri son forniti come dovrebbero.

L'esercizio dell'arte pratica s'apprende, ma i soli principî si possono acquistare collo studio. Per imparare il mestiere è necessario che l'agricoltore si metta a mastro, e per coltivare il suo spirito fa d'uopo che egli vada a scuola.

La riunione della scuola e della pratica è impossibile, l'una deve seguire l'altra. In Giessen io ho diretto una scuola per la chimica pratica, per l'analisi e tutto ciò che a questa si rapporta, e mercè l'esperienza di trent'anni mi son convinto che per effetto della fusione della teoria con la pratica non si ottiene cosa alcuna. Uno studente che si dedica allo studio della chimica e che frequenta contemporaneamente le lezioni e il laboratorio, rinunzia a dirittura allo scopo del suo soggiorno alla Università; esso vi è perduto. Solamente dopo che abbia finito di ascoltare le prelezioni teoretiche egli potrà darsi alla pratica con successo; egli dovrà seco portare nel laboratorio i principî teoretici della scienza, altrimenti non comprenderà la pratica: ignorandoli, non potrà esservi ammesso.

Nelle industrie che riposano sopra la conoscenza delle scienze naturali ed in generale in tutte quelle di cui l'esercizio non consiste in una destrezza di mano, il progresso ed ogni miglioramento sono determinati dallo sviluppo delle facoltà intellettuali, val quanto dire dalla scuola. Un giovane ben fornito di solide cognizioni scientifiche acquista facilmente e senza alcuna fatica la conoscenza dell'esercizio tecnico; a colui che abbia acquistato le sole esperienze tecniche, anche le migliori, il rendersi ragione di un caso nuovo che non ancora gli si è presentato o di un principio scientifico e della possibile applicazione di questo, riesce in dritta regola una cosa a dirittura impossibile.

Spesse volte io ho trovato, che gli studenti che provengono da buoni ginnasi lasciano ben presto dietro di loro, e per molto, quelli ch'escono dalle scuole industriali e politecniche, e ciò anche nelle *scienze naturali*, non ostante che questi ultimi in quan-

to al *sapere* stavano in sul principio in confronto a quei primi come giganti a pigmei.

Io sono molto lontano dal rivocare in dubbio, in qualsisia maniera, la straordinaria utilità che ci apportano le scuole industriali e tecniche; le ritengo non meno indispensabili dei ginnasi, imperocchè non a tutti gli uomini conviene lo stesso, e il dilettarsi dello studio delle lingue non è dato ad ognuno. Onde ricavare per mezzo della fusione il metallo da minerali tanto diversi e purificarlo dalle scorie vi ha bisogno di molti e vari forni: ma il talento vero è come l'oro — ovunque esso si rinviene in natura si trova sempre allo stato puro, nè mai è mineralizzato, e però qualunque forno gli è convenevole.

Nelle accademie agrologiche il mestiere si trova sempre in conflitto con la scuola, e quando si prova una nuova macchina da seminare, un nuovo aratro o qualsiasi altra cosa, le sale della chimica, della fisica, ec. sono vuote; i professori delle matematiche e delle scienze naturali hanno fatti per la maggior parte i loro studî nelle nostre Università, e, come non altrimenti si potrebbe aspettarselo, sono tutti uomini idonei e scientifici: ma il mestiere inceppa i loro successi, ond'essi ben presto si scoraggiscono, di talchè sotto l'impero di simili circostanze non può esservi più quistione alcuna in quanto alla possibilità di veder attuata una profonda istruzione nelle scienze naturali. Finora io non mi sono scontrato ancora con alcun giovane, uscito addottorato da simili stabilimenti, che avesse avuta una giusta idea della rugiada, o che avesse saputo distinguere tra loro i semi delle diverse erbe dei prati, ovvero l'una dall'altra le dette erbe.

Le cognizioni scientifiche necessarie per l'esercizio di una intrapresa tecnica non si acquistano in quel modo come la destrezza in un mestiere pel quale altro non ci vuole che l'esercizio. Lo studente di un' Accademia di belle arti, vede di giorno in giorno se si trova di aver fatti dei progressi, e ciò gli dà il coraggio necessario che desta il suo zelo e lo fa perseverare nell'assiduità; quello di una Accademia agrologica non ha alcuna misura che gli facesse vedere il progresso fatto nelle cognizioni teoretiche; vi manca lo sprone, onde tutta la emulazione se ne va in fumo.

Il frequentare una Università e dipoi uno stabilimento come quello di Weihenstephan, ove s'imparano i principî dell'economia rurale in grande unitamente all'esercizio del mestiere, ed ove i principî della scienza hanno trovato il solo loro difensore

in Germania, riunisce tutto ciò che un giovane agronomo può desiderare di meglio per la sua coltura.

Se ora riflettiamo che la maggior parte delle Accademie agrologiche da circa settant'anni furono dirette in gran parte da uomini che non avevano alcuna idea nè di chimica, nè di fisica, nè di botanica, nè di geognosia, nè di altre scienze, si comprenderà che sono state piuttosto scuole dell'ozio e dell'opposizione, anzi che del progresso.

L'attuale controversia sorta circa i principî scientifici e la loro applicazione in agricoltura è l'opera di queste scuole; e nessuno farà le maraviglie vedendo l'uomo pratico tenere in niun conto la scienza e guardarla anzi con disprezzo. Donde potrebbe egli aver appreso, risguardo alla medesima, quella stima e quel rispetto che solamente dal comprenderla si veggono sorgere?

Io ne ho tutto il desiderio e son pronto a rivocare ogni parola che contro i detti stabilimenti mi ritrovo aver profferita, se chiunque siasi riesce a sciogliere in altro modo l'enimma che in modo irrecusabile si trova esser posto vicendevolmente nella sproporzione ch'è tra le dottrine agrologiche e quelle della scienza. Le dottrine della scienza non abbracciano i principî ritrovati da un singolo individuo, ma esse sono i principî di tutte le scienze; e questi sono comuni a tutt'i chimici e fisici, a tutti i matematici e naturalisti, imperocchè in fondo altro non sono se non le espressioni del metodo a cui essi vanno debitori di tutti i loro successi.

Tutti gli uomini pratici si accordano in un punto solo, che essi cioè non possono apportar cambiamenti alle loro industrie per amore di una teoria per quanto questa potesse sembrar vera, e dimandano che venissero prima fornite loro le pruove circa la verità della medesima, perchè cessassero dipoi dalle loro opposizioni. Questa protesta sarebbe ragionevole abbastanza se nella teoria vi fosse qualche cosa che in qualche modo potesse loro apportare un danno; ma la loro resistenza non è diretta contro la teoria, bensì contro il sano criterio umano, e non vi ha scienza al mondo che fosse valevole a superare una resistenza di tal fatta.

Il nucleo della dottrina chimica è così semplice, e ciò che si pretende dagli agricoltori è tanto strettamente legato al loro proprio interesse, che a chiunque non è preoccupato riesce solo incomprensibile la resistenza che gli viene opposta.

La scienza ha preso l'assunto di far quello che la pratica per la sua natura non può fare: essa ha analizzato il suolo, l'a-

ria, la carne, il sangue e gli escrementi degli uomini e degli animali, le radici, le foglie, gli steli, i semi, i frutti e i tuberi delle piante, in breve tutto ciò che gli organismi contengono di elementi combustibili ed incombustili, come anche ciò che in quanto alla loro ingenerazione può venir considerato, e i risultamenti di queste sue analisi la chimica li ha presentati agli agronomi, dimostrando loro come le piante, gl'ingrassi e il suolo hanno di comune taluni elementi. Dalla costante presenza di questi ultimi nelle piante essa ha concluso che sono *indispensabili* alla formazione della pianta e delle sue parti; onde da ciò s'inferisce naturalmente, esser *necessario* che le piante li trovino nel terreno su cui debbono vegetare, come pure che li trovino contenuti nel concime, tutte le volte che esso dovrà contribuire alla loro generazione. La chimica ha inoltre dimostrato, sempre con la bilancia alla mano, che anche il suolo più ricco dei detti elementi, rispetto alla intera sua massa non ne contiene che pochi centesimi.

La scienza altro non pretende dagli agronomi se non che questi si prendano la pena di acquistar le poche nozioni fondamentali di chimica che son necessarie per capire la lingua di questa scienza, e ciò nel fine di rendersi persuasi della verità di questi fatti. Sarebbe irragionevole il credere che da ciò potesse nascere qualche nocumento all'esercizio della loro industria. La scienza ad essi non chiede se non che a loro modo esaminino se questi fatti sono veri, se un campo, per es. che non contiene queste sostanze, ciò non ostante sia fertile per una pianta coltivabile, e se non lo è, se possa o no divenirlo somministrandogli le dette sostanze; come pure se un campo che n'è ricco diviene infertile qualora le dette sostanze gli vengano sottratte. Anche da questo esame, come è chiaro, non potrà sorgere alcun detrimento alla loro industria.

Quando in tal modo gli agricoltori si saranno persuasi che i fatti e le conclusioni della chimica si accordano coi fatti e i risultamenti della sperienza agronomica, la chimica avrà fatto tutto ciò che per la sua natura di chimica potrà fare in vantaggio dell'agricoltura; imperocchè quello che insegna oltre questi limiti non è più chimica, ma è comune a tutte le scienze.

Or se nell'anzidetto modo si sarà effettuato l'accordo dell'esperienza chimica e dell'esperienza agronomica, sarà certamente nell'interesse degli agricoltori che per la loro industria facciano tesoro di queste esperienze; ed ove si sieno commessi degli errori, vengano questi rimossi; ciò non potrà se non apportarli dei van-

taggi. Non è però la chimica quella che da loro esige che lo facciano, ma bensì il sano criterio umano, ed ogni altra cosa che si rannoda a questi fatti; esso insegna loro che debbono aver cura dell'aggiunzione e della restituzione delle sostanze sopraddette, quando sono state tolte al campo, affinchè il loro terreno non fertile divenga tale, quello che già lo è lo addiventi anche di più, e quello che è fertilissimo si mantenga sempre qual'era; e il sano criterio umano insegna loro altresì come la ben'intesa arte agraria non consista nel render *semplicemente* fertile un campo *fertilissimo*, e sterile un campo fertile.

La scienza richiede come principio, che ogni opinione, per valere come vera in teoria, debba esser provata, e che le pruove addotte non contraddicano a delle verità manifeste, come, a mo' di esempio, che due e due fanno quattro e non cinque; la scienza non riconosce come valida una conclusione che si oppone a queste verità, e non è mica una pretensione irragionevole l'esigere dagli agronomi che ammettano gli stessi principî come norma in quanto alle conclusioni ed a' loro argomenti. È intorno a tutto questo che si muove la controversia; ma essa nel fatto è meno diretta contro le dottrine e i fatti chimici, che contro le conseguenze e gli argomenti che il sano criterio umano ne deduce.

La esposizione dei principî scientifici non ha certo la data di ieri, poichè si ritrova di aver già acquistata l'età di diciassette anni, nè il fondamento dell'agrologia (vedi lettera 37) avrebbe resistito per tutto questo tempo alla potenza della verità e del sano criterio umano se non fosse rimasto come separato da un muro al coperto di tutti i loro attacchi. Le verità chimiche esposte in queste lettere si lasciano esprimere con una formula semplice, che guardata da lontano sembra formola matematica, ma che ognuno intende:

$$P = A - R,$$

in cui P rappresenta la produzione (grano, patate, rape, foraggi, ec.). A esprime gli alimenti (acido fosforico, potassa, calce, ammoniaca, ec.); R le resistenze.

Tradotta in parole, la formola dice:

La quantità del prodotto (di un campo) corrisponde o sta in ragione degli alimenti che esistono nel suolo (condizioni produttive), meno tutte le resistenze ossia cagioni che si oppongono perchè gli alimenti partecipassero alla produzione della rendita. Se la lettera A significa sei spicchi di un arancio e la lettera R

tre dita che tengono fermi due dei detti sei spicchi, si trovano, come si vede, di esser liberi solamente gli altri quattro, che potrebbero, a mo' d'esempio, esser mangiati da un altro.

Tutto ciò ch'è contenuto in queste lettere sull'agricoltura non è se non lo sviluppamento di questa formola; tutto ciò che in esse si è detto sulle raccolte e su'mezzi di aumentarle, sulla fertilità e coltura del suolo, sui concimi, ec. vi è rinchiuso; e si comprenderà benissimo, che, essendo vera la formola, si troveranno nella sua applicazione comprese milioni di ricette perchè si potessero migliorare milioni di campi, così pel conseguimento del massimo dei ricolti, come per la non interrotta durata dei medesimi; laonde si comprenderà altresì come l'avvenire dei nostri campi, e la rendita e la fortuna di tutti gli agricoltori dipendono dalla intelligente e rigorosa esecuzione della detta formola; nè alcuno potrà negare, che lo sviluppamento di questa formola abbia un qualche significato per gli agronomi, e che la discussione della medesima abbia per loro un valore.

Tutto quello che l'agricoltura pratica da più di venti secoli ha guadagnato in quanto alla teoria della concimazione, non è dovuto se non a quei giusti principî, che sono le condizioni preliminari onde poter giungere a delle giuste conclusioni.

Poggiata sulla conoscenza degli alimenti dei vegetabili, la scienza indicò nell'anno 1840 agli agricoltori il guano come uno dei mezzi più infallibili atti ad aumentare la produzione del grano e della carne, onde ne raccomandò l'uso con ogni premura. Prima dell'anno 1840 il guano non si era mai adoprato come ingrasso sopra alcun campo Europeo. Allorchè la prima nave carica di guano arrivò a Liverpool, si fecero con questo concime una quantità di esperimenti che tutti riuscirono male, e gli agronomi disputarono sulla proprietà ingrassante del guano fino a che non ebbero imparato ad avvalersene convenevolmente.

Da quel tempo fino al giorno di oggi centinaie di bastimenti sono andati e tornati ed hanno apportato al continente Europeo guano per un valore di oltre i 300 milioni di fiorini, ed è da quel tempo che si sono prodotti oltre i 400 milioni di cantaia di grano o dei suoi equivalenti in carne di più.

Non vi è dubbio, il guano avrebbe trovato la sua via per arrivare in Europa anche senza tutto ciò, imperocchè una benigna Provvidenza lascia maturare il pomo a tempo debito, e se esso cade dall'albero e s'imputridisce, ne porta la colpa l'uomo, ovvero

il suolo se il suo seme non germoglia. Ma forse il guano non si avrebbe con tanta celerità aperta la via, se questa non gli fosse stata appianata dalla scienza, ond'è che a questa andiamo debitori se negli ultimi anni di carestia molti milioni di uomini hanno meno sofferta la miseria e la fame.

L'uomo della teoria, il quale predisse l'effetto del guano, non ne vide i prosperi successi, come i nostri « uomini di azoto » li videro più tardi in Inghilterra; questi successi erano stati predetti come conseguenza dell'analisi chimica del guano, erano cioè le conseguenze dedotte dal principio: che al *campo esausto per la coltura del grano si debba restituire ciò che gli è stato tolto nel grano.*

Non la psèudochimica, ma la scienza fu quella che fornì all'agricoltore i mezzi onde rendere più efficace alla nutrizione delle piante il fosfato di calce mediante la soluzione nell'acido solforico, e di accrescerne così l'effetto rispetto al tempo: una esperienza pratica di dieci anni ha dimostrato, che per l'uso di questo mezzo le raccolte dei foraggi si sono aumentate in Inghilterra nel modo stesso come se la superficie di ogni campo da foraggi fosse divenuta il doppio, ed ora ricavano sulla stessa superficie molti milioni di cantaia di carne più di prima o un equivalente di essa in grano.

E l'uomo della teoria che indicò questo mezzo non ne vide l'effetto, come lo videro in Inghilterra i nostri chimici agrologi, ma egli lo ricavò dal principio: *che l'effetto di un mezzo ingrassante, rispetto al tempo, debba crescere nelle stesse proporzioni in cui la superficie di esso s'ingrandisce.*

Tutto ciò che gli agronomi pratici e le società agrarie fanno o conchiudono nelle loro annue riunioni è affatto vano, e il denaro che spendono è perduto, come perduto è altresì il tempo che spendono a fare degli esperimenti, fintanto che essi non si decidono a conformarsi alle leggi della logica, la quale altro non è se non il sano criterio umano; dal momento che praticheranno ciò, ne acquisteranno la coscienza.

Vi ha una ricetta per assicurare la fertilità dei campi, e la durata perpetua della loro produttività; se questo mezzo viene applicato convenientemente, si sperimenterà miglior remuneratore di qualunque altro si trovasse l'agricoltura di averne mai acquistato; esso consiste in ciò che siegue:

Ogni agricoltore che porta alla città un sacco di frumento,

o un cantaio di semi di coisat, di rape o di patate, ec., dovrebbe come il Knli cinese riportarne seco un equivalente (e s'è possibile anche più) di componenti del suolo asportati nelle sue derrate messe in commercio e restituirli a quel campo a cui gli ha sottratti; egli non deve disprezzare nè una corteccia di patata, nè un filo di paglia, e ricordarsi che la corteccia verrà meno a una delle sue patate e lo steio a una delle sue spighe. La spesa per questa importazione è pochissima e l'impiego del danaro speso è sicuro non meno che se lo avesse depositato in una cassa di risparmio; non vi ha altro capitale che gli procura una rendita maggiore. La superficie del suo campo, rispetto alla produttività, si troverà già raddoppiata dopo dieci anni; egli produrrà più grano, più carne e più formaggio, senza che fosse costretto ad impiegarvi più tempo o lavoro. Egli sarà meno turbato pel suo terreno, nè si troverà sempre in balìa di nuovi e sconosciuti mezzi che non esistono, nel fine di rendere fertile il suo campo per altre vie.

Tutti i proprietari delle terre di una vasta contrada si dovrebbero a questo scopo riunire in società, fondare a spese comuni degli stabilimenti ove venissero raccolti gli escrementi degli uomini e delle bestie, e far che si manipolassero in modo da renderli suscettibili di essere mandati anche lontano sui campi. In questi stabilimenti dovrebbesi pure far raccolta delle ossa, delle fuliggini, delle ceneri liscivate o no, del sangue degli animali, e degli avanzi di ogni genere di sostanze organiche, e le masse così composte si dovrebbero da appositi impiegati ridurre in forme atte a poter essere inviate a grandi distanze.

Per far sì che riesca possibile e di facile esecuzione, i Governi e le amministrazioni municipali dovrebbero aver cura che per mezzo di un savio ordinamento delle latrine e cloache venga impedita la perdita di queste materie preziose (1). Questa ultima misura da prendersi deve naturalmente precedere tutte le altre; e se dipoi ogni agronomo, ogni contadino nel paese volessero annualmente da parte loro depositare soltanto un mezzo fiorino in una cassa comune, si potrebbero chiamare in vita dei simili sta-

(1) In Monaco, già fin dall'anno passato, da parte del ministero dell'Interno, si sono a tal uopo date delle disposizioni ben pensate, senza che perciò lo stato igienico della città ne potesse minimamente venire alterato, ed il futuro successo dipende essenzialmente da ciò, che i proprietari delle case non disconoscano le savie intenzioni del Governo e le aiutino.

bilimenti in tutte le città di un regno, nè vi può esser dubbio che dopo pochi anni essi si manterranno senza alcun soccorso, se ogni associato si proponesse fermamente di conformarsi alla prescrizione della ricetta indicata di sopra.

Sul guano gli agricoltori non debbono far molto fondamento; il suo prezzo attuale è di già doppio del suo prezzo primitivo, e niun uomo intelligente vorrà mai nemmeno per idea che la produzione agraria di un intero regno dipendesse dalla importazione di un ingrasso dall'estero (1). Gli agricoltori debbono in primo luogo imparare ad aiutarsi da per loro, adoperando tutt'i mezzi che sono a loro disposizione; ed allora, e soltanto allora, la chimica potrà prestare ad essi degli utili servizi. Fino a che si ostineranno a ripromettersi dei mezzi magici da questa scienza, essi non saranno aiutati. Essi debbono tener sempre presente, che, ovunque il successo manca nelle cose buone, non

(1) Vi è quasi da temere che il guano avrà nella storia una parte molto importante. Se si consideri che un cantaio di guano in sè racchiude gli elementi efficaci del suolo di 25 e 30 cantaia di grano, o gli equivalenti di questo, e che, adoperato come concime, produce in una serie di colture una quantità corrispondente di sostanze alimentari, si potrà bene farsi una idea dell'immenso valore che i depositi di guano dell'America posseggono in quanto alla produzione del grano in Europa. Per l'enorme accrescimento della popolazione di Londra e delle altre grandi città della Gran-Bettagna, la perdita che in ogni anno i campi inglesi soffrono rispetto alle condizioni essenziali della loro fertilità si va facendo sempre più grande, e sembra che le difficoltà che si oppongono, almeno in Londra, al raccoglimento degli escrementi umani e degli animali sieno insuperabili. E però chiaramente si scorge, che l'Inghilterra a lungo andare non potrà essere un paese produttore di grano se non alla sola condizione che la importazione del guano non gli venga mai meno. E di fatti, in questo momento la Gran-Brettagna consuma di già quasi 1 9/10 della intiera quantità di guano che viene importato in Europa. Quindici anni or sono gli agricoltori Americani riguardavano il guano con un certo disprezzo; ma la cosa è ben altra oggi; nell'anno scorso, come si asserisce, si sono importati più di 8 milioni di cantaia di guano negli Stati-Uniti. Nell'attuale stato dell'agricoltura inglese, l'America predomina pei suoi depositi di guano sul prezzo in tutt' i mercati di grano di Europa e segnatamente in Inghilterra; e se per qualunque avvenimento l'esportazione del guano per l'Inghilterra venisse ad essere impedita, dovranno colà nascere delle crisi, la cui influenza non si può ora calcolare in tutta la sua ampiezza. Per molte cose che hanno minore importanza si sono viste nella storia guerre di esterminio e di sangue.

manca davvero se non la buona volontà; i mezzi esistono da pertutto (1).

---

(1) « Nè solamente le campagne più prossime ai centri di popolazione e di consumo si valgono di questi sussidi. I nostri villani si adattano ad eseguire lunghi trasporti coi loro imperfetti veicoli, onde supplire alla scarsità dei concimi che producono nelle stalle poderali. Ben degno di esser paragonato al *Kuli* della China, l'industre contadino Lucchese, il quale nel circondario delle *sei miglia*, privilegiato pel beneficio dell'irrigazione, ottiene tutti gli anni due raccolte senza dar mai riposo alla terra, e il quale non conosce il guano nemmeno di nome, non solo alla vicina Lucca, ma a Pisa e a Livorno va a togliere quel pozzo nero, col sussidio del quale, congiunto al suo lavoro indefesso, riesce a produrre un miracolo di vegetazione sforzata, e alimentare la popolazione fittissima dell'antico Ducato; mentre i navicelli di Viareggio trasportano in questo porto dalla Maremma il caprino, destinato ad ingrassare gli olivi della riviera Apuana.

« Le nostre Maremme però sono, per le loro condizioni speciali, escluse dal beneficio di questo ciclo restitutore. Coi progressi (lenti, è vero, a paragone del desiderio) del bonificamento, la coltura e la produzione granifera della Maremma aumentano tutti gli anni, e sopperiscono a' consumi lontani; la scarsa e trasmigrante popolazione del territorio desolato dalla mal'aria, non dà luogo all'accumulazione di materie fertilizzanti sufficienti per supplire all'asportazione. L'introduzione graduale degli avvicendamenti, e della stabulazione permanente, potrebbe poi a lungo andare indurvi lo spossamento, che la coltura intensiva ha prodotto in altri paesi. Non isfugga questa considerazione ai proprietari, ed agli agricoltori lodevolmente intenti a ripristinare l'industria agraria in quelle regioni, le quali ripetono forse in parte la sterilità e l'abbandono, cui furono condannate per tanto tempo, dalla *rapina* che vi esercitarono gli Etruschi e i Romani.

« L'agricoltura Toscana, in generale, è dunque, sotto un certo rapporto, quello della restituzione al suolo delle materie indicate dalla scienza come meglio efficienti a ricondurvi le condizioni di feracità, assai più avanzata di quella di altri paesi, i quali menano vanto della loro superiorità in ogni maniera d'industrie » (Sei nuove lettere chimiche sull'agricoltura di Giusto Liebig, compendiate e annotate da Gustavo Dalgas, dottore in scienze matematiche e naturali. Firenze, Felice Paggi 1858 p. 93 e seg.)

APPENDICE.

Alla lettera IV.

Storia del fanciullo dal dente d'oro. SPRENGEL, Storia della medicina, vol. III. pag. 403 a 406. XVI secolo.

« Un giovinetto di dieci anni, nativo dei dintorni di Schweidnitz era quel portento a cui questo dente si era sviluppato nella mascella. GIACOMO HORST, già medico di quella città, avendo inteso raccontare l'aneddoto a Helmstädt, dove egli allora (1595) era professore, scrisse su di esso appositamente un libro molto singolare, nel quale, senza dubitare un solo istante della verità del fatto, egli attribuisce il nascimento di questo dente ad un effetto soprannaturale, determinato dalla costellazione sotto la quale era nato il fanciullo. Il giorno della nascita del medesimo (22 Dicembre 1586) il Sole si sarebbe trovato in congiunzione con Saturno nel segno di Ariete. Per effetto di questa causa soprannaturale, la forza nutriente, in virtù dell'incremento del calore, venne straordinariamente rinforzata, di modo che invece di sostanza ossea si segregò oro. »

Alla lettera XV.

Uno degli esempi più mirabili del cambiamento delle proprietà di un corpo inorganico composto fu scoperto da GUALTERO CRUM in Glascovia. Egli trovò, che, bollendo a lungo una soluzione di acetato di allumina, l'acido acetico si volatizza e vi ha luogo una perfetta decomposizione di questo sale.

Le proprietà dell'allumina sono generalmente conosciute; essa allo stato ordinario è insolubile nell'acqua, facile a sciogliersi negli acidi e negli alcali, priva i liquidi colorati della loro materia colorante e se ne appropria il colore.

L'allumina così modificata scoverta da G. CRUM è solubile nell'acqua; gli acidi allungati e gli alcali la precipitano dalla

sua soluzione nell'acqua e ne formano una specie di gelatina, senza che se ne disciolga visibilmente alcuna parte; le decozioni delle legna colorifere non ne formano delle precipitazioni opache a guisa di vernice, ma dànno, al contrario, precipitazioni trasparenti e gelatinose. Gli acidi non concentrati e gli alcali trasformano l'allumina solubile in allumina ordinaria insolubile nell'acqua.

Alla lettera XX.

« Nel fine di procurarsi un arrosto per la festa di Pasqua, racconta il Dottor Roeser, il signor C. in R. diede ordine ai suoi di casa che avessero tesi dei lacci di filo di ferro per prendere un capriuolo. E difatti il povero animale fu preso pel di dietro del corpo in uno dei lacci, che con la testa e col petto aveva felicemente oltrepassato, ma che l'afferrò pel ventre e al disopra del bacino, di maniera che dopo la più terribile agonia dovette finalmente succumbere e fu trovato morto l'indomani.

« Il signore e la signora C. mangiarono il giorno di Pasqua la porzione migliore di questo piatto squisito, e ne lasciarono ben poco agli altri della casa; quello che ne rimase fu posto nell'aceto e non fu mangiato.

« Il giorno stesso tutti della famiglia che avevano mangiato del capriuolo sentirono una straordinaria secchezza nella bocca, una pressione sullo stomaco e voglia di vomitare; i lineamenti del volto di tutti erano pallidi e molto sofferenti; tutti si dolevano di una gravezza di testa, di vertigini, e grande stanchezza delle membra. Il marito perdè per molti giorni a tal segno la vista da ciecare; in breve da questo momento cominciò una serie notabile di attacchi di malattie che richiesero la continua assistenza del Dott. Roeser. Nè prima del mese di luglio il marito fu risanato; però la moglie languì per più di due anni e soccombette in fine ad una morte dolorosa. Più pronta fu la guarigione della figlia e del servo e della serva, che pochissimo avevano mangiato dell'animale morto tormentato. Questi casi di malattia ricordano sotto molti riguardi l'effetto prodotto dal veleno di animale arrabbiato. »

Il Dott. Roeser finisce il suo rapporto con le seguenti parole: « miseramente e con atroci dolori molti animali (p. es. alla caccia) periscono in un modo egualmente crudele che questo animale preso nei lacci; non dovrebbe dunque, ammonita da un caso

come il sopradescritto, la polizia igienica trovare in ciò l'occasione di prescrivere le più rigorose misure affinchè gli animali servienti di alimento agli uomini non venissero tormentati prima di esser privati della vita? » Dottor C. G. Carus, (dal giornale intitolato: « Il filantropo nei suoi rapporti col mondo vivente; periodico popolare, pubblicato dalla Società per la difesa degli animali, residente in Dresda »).

Alla lettera XXV.

Per giudicare quanto poca fede si debba accordare ai fatti che in materia di medicina e di scienza della storia naturale vengono inseriti nei giornali, citerò qui come esempio questo che segue.

Nel *Journal des tribunaux*, e più tardi nel *Journal des Débats* del dì 24 febbraio 1850, si legge:

« Un fait des plus extraordinaires s'est passé dans un cabaret de la barrière de l'Étoile à Paris. Le Sieur Xavier G...., ouvrier peintre en bâtiments, auquel ses habitudes d'intempérance avaient fait donner le sobriquet de *pochard*, étant à boire avec plusieurs de ses camarades, paria qu'il mangerait une chandelle tout allumée. On le défia; mais à peine Xavier eut-il introduit dans sa bouche la chandelle enflammée, qu'il poussa un léger cri, et s'affaissa sur lui-même au milieu de la stupéfaction générale. On vit errer sur ses lèvres une flamme bleuâtre; on tenta de le secourir, et les assistants, lorsqu'ils voulurent le soulever, furent saisis de frayeur en s'apercevant que cet infortuné brûlait à l'intérieur. Enfin, à peine une demi-heure s'était-elle écoulée que sa tête et la partie supérieure de la poitrine étaient carbonisées. Deux médecins furent appelés, et reconnurent que Xavier venait de succomber à une combustion spontanée, phénomène positif, mais que la science n'a peut-être pas encore expliqué. Cet incendie du corps humain a une puissance et une activité épouvantables. Les os, la peau, les muscles, tout est dévoré, consumé, réduit en cendres. Quelques pincées de poussière amoncelées à la place où la victime est tombée sont tout ce qui reste du cadavre.

« Bien que rares, ces effroyables accidents se reproduisent cependant, et la presse a déjà eu occasion d'enregistrer des cas de combustion spontanée. Nous rappellerons qu'il y a quelques

années, un incendie spontané a consumé une femme faisant un usage immodéré de spiritueux. Tous les phénomènes qui caractérisent la combustion se sont produits avec énergie; la plus grande partie du corps a été réduite à un état d'entière incinération, sans que l'appartement dans lequel un effet aussi intense de combustion avait eu lieu offrît la plus légère trace de feu. La femme avait été atteinte devant la cheminée, et, selon toute probabilité, au moment où elle cherchait à embraser des tisons en soufflant dessus. Aucune marque de brûlure ne se voyait ni sur les meubles qui l'entouraient, ni sur une chaise contre laquelle elle avait du tomber.

« La combustion spontanée avait déjà été constatée au moyen âge et dans les siècles suivants; mais rangée dans la classe des faits miraculeux, elle n'avait donné lieu à aucune observation scientifique et positive, tellement que, vers l'an 1705, une accusation capitale fut intentée, en France, à un homme qu'on mit en cause comme ayant tué sa femme et comme ayant voulu la brûler.

« L'accusation ne s'était pas arrêtée devant l'impossibilité matérielle de détruire par le feu un corps humain dans un appartement, sans qu'il demeurât de traces d'incendie. Presque généralement la mort par apoplexie suit immédiatement la première atteinte de la combustion spontanée. Quelquefois cependant la victime brûle à petit feu avant de mourir; et il est fait mention, dans les *Annales de la médecine*, d'un homme qui ne mourut qu'après quatre jours d'inflammation. »

Per la sua forma questo articolo somiglia appuntino a quei racconti che formano la principale materia dei capitoli sulla combustione spontanea nei Manuali di medicina legale e negli articoli dei dizionarî medici. Come un fatto accaduto nei tempi più recenti l'articolo in parola doveva sembrare tanto più veridico in quanto che in esso si trovarono citati dei testimonî ancora viventi, e tra questi due medici; nè alcun foglio Parigino aveva preso a confutare quanto vi si era narrato. Ciò m'indusse a far ricerca della sorgente del fatto, e per mezzo del Sig. Regnault (membro dell'Accademia e uno dei più distinti fisici di Europa), del Sig. Pelouze (Direttore della zecca e chimico celebre) e finalmente del Sig. Carlier, Prefetto di polizia, presi le più esatte informazioni. Dalle lettere quì sotto riportate si vedrà, che il detto caso di combustione spontanea è una menzogna.

A Monsieur J. LIEBIG, professeur de chimie, membre correspondant de l'Institut de France, à Giessen (Grand-Duché de Hesse).

I.

Paris, 12 mars 1850.

Mon cher Liebig.

Au reçu de votre lettre, je me suis empressé de prendre quelques renseignements sur les fameuses combustions spontanées dont tout le monde a entendu parler, mais dont personne, même parmi les hommes de l'art que cela intéresse plus particulièrement, n'a vu d'exemple. Malheureusement le temps m'a manqué; je suis en ce moment juré à la Cour d'assises, et, en cette qualité, je passe toute la journée au tribunal.

J'ai à peine besoin à vous dire que je ne crois pas un mot à ce phénomène si extraordinaire. Il suffit de réfléchir un instant à la difficulté de combustion des matières qui constituent le corps de l'homme, à l'immense quantité d'eau qui doit être évaporée avant que la calcination et la combustion de ces matières puisse commencer, à l'absence de l'oxygène dans les cavités intérieures, la petite quantité de ce gaz qui s'y trouve étant bientôt consumée et la combustion de l'alcohol ou des autres matières volatiles combustibles s'arrêtant par cela seul, pour admettre *l'impossibilité matérielle* du fait.

J'ai consulté sur la question les médecins les plus distingués, ceux qui font, depuis longues années, partie de nos sociétés médicales, notamment M. MAGENDIE, pas un n'a connaissance d'un fait de cette nature. Ce n'est pas qu'il n'en ait pas été annoncé au public par les journaux; mais, toutes les fois que l'on est remonté à la source, que l'on a fait prendre des renseignements par des hommes compétents, le merveilleux a disparu avec le fait lui-même de la combustion.

Quant à l'histoire de la barrière de l'Étoile, je ne doute pas que ce ne soit un *puff*, à moins qu'elle n'ait été inventée dans une intention criminelle. Si j'avais eu le temps, je m'en serais enquis chez le Commissaire de police du quartier et à la Préfecture de police. Mais j'ai su que M. PELOUZE avait déjà pris ces renseignements et qu'il devait vous les transmettre immédiatement, etc.

V. REGNAULT.

dans le Journal des Débats, et j'ai su que l'article inséré dans ce journal avait été emprunté à la Gazette des Tribunaux. — Des informations ont été prises dans les Bureaux de ce Journal, et à la manière dont on a reçu les questions faites à ce sujet, il n'a pas été difficile de voir que le récit dont il s'agit était une fable faite à plaisir.

Le Préfet de Police
P. Carlier.

Alla lettera XXVI.

Io stimo abbastanza importante aggiungere a questa lettera talune determinazioni tra gli alimenti e il lavoro eseguito da taluni uomini, determinazioni che alle mie istanze furono eseguite con somma bontà e circospezione dal Sig. Reissacher, direttore delle miniere in Böckstein. Le determinazioni si rapportano al consumo dei varî cibi degli uomini che lavorano nelle miniere di oro nella Rauris, Böckstein e presso Kristof. Böckstein si trova esser situato all'estremità della valle di Gastein (47° 4′ lat. e 30° 38′ longit. Parigi) e il lavoro dei minatori consiste essenzialmente nel perforare e far saltare la roccia aurifera che si compone di quarzo, di gneis schistoso e quarzoso. Sul Goldberg superiore della Rauris gli uomini lavorano all'altezza di 7500 piedi viennesi al di sopra del livello del mare; sul Rathhausberg presso Böckstein la casa dei minatori, Hieronymus, si trova a 6064 piedi, e quella presso Kristof a 6700 piedi di altezza.

Rauris. Il tempo della osservazione abbraccia 4 settimane, dal dì 27 ottobre al 27 novembre 1857. In ogni settimana gli uomini lavoravano 4 giorni, il loro soggiorno al monte durava dal lunedì alle sei pomeridiane, fino a venerdì, all' una pomeridiana, in tutto 91 ore; in questo tempo 6 lavoratori mangiarono 12 volte; essi erano tutti uomini adulti e forti dell'età di 35 a 45 anni; il loro lavoro consisteva principalmente nel perforare la roccia.

Tutto il tempo del soggiorno al monte dei 6 uomini importava 2184 ore, delle quali 1200 di lavoro e 984 impiegate per mangiare, riposarsi e dormire.

Dal luogo ove abitano i minatori impiegano 8 ore per salire sul monte fino alla mina; ogni individuo porta seco in sugna e farina quanto gli abbisogna per due settimane e per una sola le altre cose necessarie.

I sei uomini su cui si fecero le osservazioni consumarono nell'anzidetto tempo di 2184 ore del loro soggiorno al Goldberg superiore:

Grasso vaccino	40	libbre
Farina di frumento	144	»
Carne salata di montone e di pecora . .	64	»
Pane di segala	52 1/2	»
Fagiuoli	2	»
Orzo.	20	»
Formaggio bianco (ricotta salata). . .	4 1/2	»
Formaggio grasso	1	»
Sale.	3	»
Birra	64	»
Acquavite	2 1/2	misure
Acqua	397	libbre

I sei uomini suddetti perforarono in tutto 2804 pollici di roccia e dipoi la fecero saltare. Il forame ha 15 linee viennesi di apertura, il martello pesa 3 libbre, ed ogni colpo comunica al trivello una velocità di 21 piedi per ogni minuto secondo. In un minuto primo il minatore dà circa 40 colpi, ed in un'ora, termine medio, perfora nel quarzo puro 1 pollice e nel gneis quarzoso 1,3 pollici e nel gneis schistoso 1,7 pollici.

Böckstein. *a) Presso Hieronymus*. Durata dell'esperimento = 3 settimane, dal 31 agosto fino al 18 settembre 1857 incluso; numero degli uomini = 27; tempo di lavoro = 4131 ore; riposo, dormire e cucinare = 2808 ore; in tutto 6939 ore di soggiorno al monte.

Cibi consumati

Grasso vaccino.	83	libbre
Farina di frumento . . .	234 1/2	»
Pane di segala	233	»
Carne di capra salata. . .	55 3/4	»
Formaggio bianco. . . .	6	»
	612	libbre
Latte di capra	1012,5	»
Uova	6 =	pezzi

b) Presso Kristof. Durata dell'esperimento = 4 settimane,

dal dì 5 luglio al 30 luglio incluso. Numero degli uomini = 30. Ore di lavoro = 3378; pranzo, riposo e sonno = 5820 ore. Vi furono consumate di

Grasso vaccino . .	66 1/4 libbre
Farina di frumento.	206 »
Pane di segala . .	190 1/2 »
Sale	2 »
	464 3/4 libbre
Latte di capra .	1515 libb. (= 905 misure viennesi).

Ricapitolazione. Un uomo durando forti fatiche all'altezza di 6 in 7000 piedi al disopra del livello del mare consumò:

	Böckstein Kristof.	Böckstein Hieronymus.	Rauris. Goldberg.
Grasso vaccino. . . .	0 , 273	0 , 287	0 , 439
Farina di frumento . .	0 , 849	0 , 810	1 , 581
Pane di segala. . . .	0 , 785	0 , 806	0 , 577
Carne	» »	0 , 192	0 , 703
Fagiuoli.	» »	» »	0 , 263
Orzo.	» »	» »	0 , 219
Formaggio bianco molle.	» »	0 , 210	0 , 049
Formaggio	» »	» »	0 , 011
Sale	0 , 008	» »	0 , 033
Libbre di cibi solidi . .	1 , 915	2 , 116	3 , 876
Latte di capra, libbre .	6 , 246	3 , 501	» »
Birra, misure	» »	» »	0 , 252
Acquarzenti , idem. . .	» »	» »	0 , 024
Acqua, libbre	» »	» »	4 , 812

Non è qui il luogo di entrare in tutt'i particolari delle illazioni che si rannodano a questi numeri. Un fatto però ne risulta così chiaramente da non lasciar dubbio alcuno, quello cioè che la quantità di carbonio che un uomo consuma durando gravi fatiche all'altezza di 6 in 7000 piedi al disopra del livello del mare, non è minore, anzi è piuttosto maggiore di quella che ne consuma un soldato in Darmstadt. Sul Goldberg della Rauris, un uomo consumava giornalmente 2170 grammi di cibi solidi, tra i quali 243 grammi di grasso. Calcolandone il carbonio al 40 per 100, i cibi solidi contenevano 868 grammi di carbonio, quantità la

quale è piuttosto al disotto anzichè al disopra del vero. Della quantità di carbonio contenuta nella birra e nell'acquarzente che furono consumate non si è tenuto conto.

Dall'altro lato è da notarsi il compiuto compensamento della carne mercè l'uso fatto del latte; i minatori presso Kristof non mangiano carne durante quel tempo che lavorano, nè bevono liquidi spiritosi; forse taluno vorrà anche riconoscere un certo rapporto tra la carne, le bevande spiritose ed il tabacco. Certo è però che il lavoro eseguito dai minatori in Rauris, i quali mangiano carne e bevono birra, non è punto maggiore di quello eseguito in Böckstein dai minatori che si cibano di farinacei e bevono latte, di talchè, senza tema di errare, si potrà conchiudere che tra lavori pesanti, bevande spiritose e carne non esista alcuna necessaria relazione. Nelle corrispondenti condizioni il latte ed i cibi farinacei producono nel corpo umano la stessa quantità di forza da potersi spendere nel lavoro. Alla fine del suo rapporto sugli esperimenti fatti, il signor Reissacher fa alcune osservazioni che forse per molti avranno qualche interesse, ed è perciò che lo qui le trascrivo con le sue proprie parole:

« Quantunque il lavoro di per sè e lo sviluppo delle forze impiegatevi da uomini della stessa età non presenti, termine medio, che una lievissima differenza tra le due mine, ciò non pertanto la casa di ricovero sul Goldberg superiore, in mezzo alla regione delle ghiacciaie, che si estende sino ad una mezza lega al disotto della casa suddetta e la circonda da tutt' i lati con tutte le particolarità proprie alle medesime, offre al minatore di Rauris un soggiorno più rigido, in quanto alla condizione del clima, che il Rathhansberg, intorno al quale non si trovano attaccate ghiacciaie. Appunto per la ghiacciaia e le sue tempeste, astrazion fatta della distanza considerevolmente maggiore dell' abitazione dei minatori, l'accesso al monte della Rauris è molto più penoso di quello in Gastein, e spesso avviene che in Rauris si hanno a deplorare casi di morte pel freddo in persona di qualche minatore, mentre in Gastein simili casi di morte non hanno mai luogo. »

« L'impiego di forze che l'accesso al monte richiede è per altro tanto in Rauris che in Gastein molto più grande di quello che si spende ai lavori della mina; e nelle proporzioni stesse, in cui la inospitalità delle condizioni in Rauris è maggiore di quella del Rathhausberg, la durata del tempo che un minatore resta atto alla fatica in Rauris è minore di altrettanto. Solo in questa

ultima miniera un uomo perfettamente sano e robusto può sopportare l'accesso al monte; e da ciò viene che, inclusi i giovani, ogni quarto uomo appartiene alla milizia o ha servito nell'esercito. Non ostante queste pruove di robustezza corporale è di regola, che all'età di 40 anni compiti, avendone 20 di servizio prestato, il minatore di Rauris non è più nel caso di sopportare le fatiche dell'accesso al monte, quantunque egli si trovasse ancora atto a poter prestare il servizio in Gastein. »

« Per Gastein si può ammettere, che l'uomo all'età di 50 anni compiti e con 30 anni di servizio diventi impotente al lavoro, e ciò per lo più anche in vista della ragione di sopra espressa, che non si trovi cioè più nel caso di poter sopportare le fatiche della montagna, vale a dire salire e scendere lavorando. »

« Molestie nella respirazione e, per conseguenza di ciò, lo scemamento delle forze e propriamente negli arti inferiori lo costringono ad abbandonare il soggiorno nelle regioni alpestri e di rinunziare a un tale servizio per cui non è più idoneo. »

« Che queste molestie nella respirazione, che coll'avanzare dell'età si manifestano, non sieno ingenerate unicamente dall'aria rinchiusa nelle mine, nè dal fumo della polvere da sparo o dall'atmosfera piena di polvere delle stanze di spartimento, ma che bensì provengano soprattutto dal salire portando pesi e dal soggiorno nelle alpi e nelle regioni delle ghiacciaie, lo prova la circostanza che anche gl'impiegati al controllo e i lavoranti alla giornata diventano nello stesso modo inutili al servizio, comechè questi ultimi non vadano soggetti alle due prime delle anzidette influenze. »

« Reiterati esperimenti hanno dimostrato, che nè cani nè gatti non possono vivere sul Goldberg della Rauris, e propriamente i gatti che vi si erano portati maschi e femmine perirono in 4 o 6 settimane. Anche questi animali per effetto di un prolungato soggiorno erano molestati nella respirazione e soggetti alla paralisi sempre crescente delle estremità, perdevano l'appetito, non altrimenti che gli uomini, ma in modo più sensibile ed appariscente di questi ultimi ed in tempo assai più breve. »

« Anche nell'uomo questi fenomeni si verificherebbero in un tempo meno lungo se la dimora sul monte non fosse interrotta, e da sè si comprende, come il minatore sente il bisogno di scendere ogni settimana dalla montagna e volontieri rifà la lunga via per discendere e risalire anche con una giornata tempestosa, e

ciò appunto perchè ad onta del faticante cammino egli si sente bene e conserva l'appetito e le forze. »

Böckstein, il 12 agosto 1858.

C. Reissacher.

Alla lettera XXXII.

Un nuovo brodo per gli ammalati. Per una porzione di questo brodo si prendano 8 once di carne di un animale da poco ucciso (bue o gallina), si tagli in pezzettini minuti e vi si aggiungano 18 once di acqua distillata in cui si sieno versate 4 gocce di acido muriatico puro e disciolto un decimo di oncia di sale comune; si frammischi dipoi tutto ciò assai bene. Dopo un'ora si versi sopra uno staccio a forma di cono come se ne hanno in ogni cucina e se ne faccia colare liberamente e senza pressione il fluido. La parte torbida che passa prima si rifonda di bel nuovo fino a che il fluido che scorre sia limpido. Al residuo sullo staccio si aggiungano in piccole dosi altre 8 once di acqua distillata. In questo modo si otterranno circa 16 once di un fluido (estratto di carne a freddo) di colore rossastro e di un grato sapore di brodo di carne. Si adopera *freddo* in tazze a piacere dell'infermo. Questo brodo non si deve riscaldare imperocchè s'intorbida al calore deponendo un denso coagulo di albumina di carne e di sostanza colorante del sangue.

La infermità di una giovanetta di 18 anni, che in mia casa si ammalò di tifo, diede occasione a questo preparato che deve la origine alle osservazioni del mio medico di casa (D.r Pfeufer), il quale in un certo stadio di questa malattia vide che la più gran difficoltà che si presenta al medico consiste nel difetto della digestione, e che ciò è conseguenza dello stato anormale dei visceri, e inoltre nella mancanza di un alimento atto alla digestione ed alla formazione del sangue. Difatti nel brodo ordinario della carne bollita mancano tutte quelle parti componenti della carne che sono necessarie alla formazione dell'albumina del sangue, ed il rosso d'uovo che vi si aggiunge è molto povero di queste sostanze, imperocchè contiene in tutto 82,5 per 100 di acqua e di grasso, e solamente 17,5 di una sostanza identica o simile all'albumina delle uova, di cui non possiamo con certezza asserire, secondo le esperienze di Magendie, che abbia la stessa facoltà nutritiva del-

l'albumina della carne. Oltre dell'albumina della carne, questo nuovo brodo contiene una certa quantità della materia colorante del sangue, ed in essa una quantità molto maggiore del ferro ch'è indispensabile alla formazione dei globetti del sangue, ed in ultimo l'acido muriatico benefico alla digestione.

Un grande inconveniente nell'uso di questo brodo in tempo di estate è in ciò, che si scompone facilmente quando l'aria è calda, entrando a dirittura in fermentazione non altrimenti che l'acqua zuccherata a cui si sia aggiunto del lievito, senza però che ciò facendo acquistasse un cattivo odore; laonde sarebbe cosa degna di lode il ricercare quale sia la sostanza che induce questa alterazione. Il lisciviamento della carne si deve perciò operare con acqua fredda ed in un locale fresco; questi inconvenienti si rimuovono preparando l'estratto con acqua gelata e mantenendolo dipoi a bassa temperatura dentro la neve: si deve anzi tutto aver cura che la carne sia freschissima e non ingrottata.

Questo brodo si usa oggigiorno nell'ospedale della città di Monaco, e i medici più distinti di quella capitale e altresì i signori dottori de Gietl e Pfeufer lo adoperano nella loro pratica privata con moltissimo successo.

Forse lo avrei esitato a dare una pubblicità maggiore di quello che merita ad una cosa tanto semplice, se un novello caso, importantissimo per la mia famiglia, non mi avesse fornite novelle pruove della grande virtù nutritiva di questo brodo, ed è ciò che m'indusse naturalmente a pubblicare il fatto affinchè la sua utilità si possa esperimentare anche da altri, e gl'infermi possano ricavarne i medesimi benefici effetti.

Una maritata e giovane donna, che era travagliata da una infiammazione degli ovarî, non potendo mangiar cibi solidi, fu nutrita esclusivamente con questo brodo per due mesi, durante i quali si operò il perfetto ripristinamento della sua salute, e nel tempo stesso l'inferma acquistò visibilmente carni e forze. Ordinariamente i malati prendono questo brodo senza repugnanza solo durante il tempo della loro malattia; tosto che sono nel caso di poter far uso di altri cibi se ne disgustano, ciò che forse proviene dal colore e dal debole odore che esso ha di carne. Laonde per molti sarebbe utile il colorare il brodo in bruno per mezzo dello zucchero bruciato e di aggiungervi un bicchiere di vino rosso di Bordeaux della migliore qualità.

Un mezzo per rendere migliore il pane. È noto che il glutine

delle diverse specie di cereali allo stato umido è soggetto a soffrire un'alterazione; nello stato fresco esso è molle, elastico ed insolubile nell'acqua, ma perde tutte queste proprietà trovandosi in contatto per più tempo coll'acqua. Quando vien conservato per qualche giorno sotto l'acqua, scema man mano di volume fino a che all'ultimo si discioglie formando un liquido torbido e mucoso, il quale non si può più impastare coll'amido. E però la formazione della pasta dalla farina dipende essenzialmente dalla proprietà del glutine di fissare l'acqua e di metterla in quello stato in cui essa è contenuta p. es. nel tessuto cellulare degli animali, nella carne e nell'albume coagulato delle uova, nel quale stato l'acqua assorbita non bagna i corpi asciutti. Una simile alterazione nello stato anzidetto il glutine la viene a soffrire per la conservazione della farina, imperocchè questa ultima attira con grandissima avidità l'acqua dall'atmosfera; onde a poco a poco la farina perde nella sua proprietà di formare una pasta, ed il pane che ne vien fatto perde in quanto alla qualità. A siffatta deteriorazione si può ovviare solamente seccando artificialmente la farina e privandola del contatto dell'aria. Questa alterazione ha luogo anche nella farina della segala, e forse con più rapidità che in quella di frumento.

Sono ora 24 anni (vedi Kuhlmann Annali di fisica e chimica di Poggendorff vol. xxi, p. 447) venne in uso presso i panettieri del Belgio un mezzo per effetto del quale una sorta di farina, che di per sè avrebbe dato un pane pesante e bagnato, somministrò un pane che aveva le proprietà di quello che si ricava dalla più fresca e migliore farina. Questo mezzo consisteva in una aggiunzione di vitriuolo di rame o di allume alla farina.

L'effetto che entrambi questi corpi producono nella panificazione si è, che essi al calore formano col glutine divenuto solubile nell'acqua una combinazione chimica, per la quale esso riacquista tutte le sue proprietà perdute, diventa di bel nuovo insolubile e fissa l'acqua.

I rapporti del glutine dei cereali col caseo con cui ha moltissime proprietà comuni m'indussero a taluni esperimenti che furono eseguiti nello scopo di surrogare le suddette due sostanze, tanto nocive per la salute e pel valore nutritivo del pane, con un altro mezzo che producesse gli stessi effetti. Questo mezzo è l'acqua pura saturata di calce a freddo. Quando la parte di farina destinata a formare la pasta si è mischiata con l'acqua di calce e di

poi vi si è aggiunto il lievito, e si lascia la pasta abbandonata a sè stessa, avrà luogo la fermentazione non altrimenti come se non vi si fosse adoperata l'acqua di calce. Se a tempo debito si aggiunge la rimanente parte della farina alla pasta fermentata, si formano i pani e s'infornano come di uso, si ottiene un pane bello, senza acidità, solido, elastico, pieno di piccoli buchi, che non ha fra la crosta e la mollica uno strato divisorio di pasta rimasta bagnata e cruda, e di un sapore squisito, di talchè tutti quelli che lo mangiano per qualche tempo lo preferiscono a qualunque altro.

La proporzione della farina all'acqua di calce è come 19 a 5, val quanto dire per 100 libbre di farina si spendono 26 in 27 libbre di acqua di calce. Però questa quantità di acqua non è sufficiente per la formazione della pasta e si dovrà naturalmente aggiungere dell'acqua ordinaria a misura che il bisogno lo richiede.

Siccome il sapore acido del pane si perde, fa mestieri che si aumenti la quantità di sale affinchè il pane acquisti le proprietà che lo rendono aggradevole al palato.

Rispetto alla quantità di calce contenuta nel pane è noto che una libbra di calce basta per preparare più di 600 libbre di acqua di calce; onde nel pane preparato nel modo sopra descritto essa è eguale alla quantità in cui la calce si ritrova esser contenuta in un peso di semi di leguminose pari a quello della farina adoperata.

Si può ritenere come verità fisiologica comprovata dalla sperienza e dagli esperimenti all'uopo fatti, che la farina delle diverse specie di frumento non ha la piena facoltà nutritiva, e, secondo tutto ciò che noi ne sappiamo, sembra che la cagione ne sia un difetto di calce ch'è indispensabile alla formazione delle ossa. I semi dei cereali contengono in quantità sufficiente l'acido fosforico, ma essi contengono molto meno di calce che le leguminose. Questa circostanza ci spiega forse molti fenomeni di malattia che si osservano nei fanciulli della campagna o nelle prigioni, quando il loro nutrimento consiste in preferenza nel pane, e sotto questo riguardo speciale l'uso dell'acqua di calce nella panizzazione merita di esser considerata dai medici.

Probabilmente anche la quantità di pane che si ottiene da uno stesso peso di farina sarà maggiore per effetto della maggiore quantità di acqua che così vien fissata. Per ogni 19 libbre di farina rare volte si ottennero nella mia casa più di 24 libbre e mez-

zo di pane; impastata con cinque libbre di acqua di calce la stessa quantità di farina dà fino a 26 libbre e 6 in 10 once di pane ben cotto. Or siccome la stessa quantità di farina, secondo le determinazioni di Heeren, somministra solamente 25 libbre e once 1,6 di pane, l'aumento mercè l'uso della calce non mi sembra più dubbioso.

Panizzazione della farina da cereali talliti. Un importante problema è stato sciolto in questi ultimi tempi dal sig. Dott. Giulio Lehmann, chimico della Stazione per gli esperimenti agrologici in Weidlitz presso Bautzen, la panizzazione cioè della farina proveniente da segala tallita.

Il Real ministero degli affari interni di Sassonia aveva incaricato il sig. Dottore Lehmann di lavori chimici che avevano per oggetto la disamina degli alimenti più importanti dell'uomo, e gli fu dato come speciale problema da sciogliere, la panizzazione della farina proveniente da grani talliti. Dalle indagini prese risultò che i cambiamenti i quali si operano per effetto della germinazione nei grani dei cereali si manifestano soprattutto nella parziale solubilità del glutine e quindi nel difetto della sua elasticità e duttilità che proviene da quella (perdita delle proprietà di formare una pasta), ed inoltre anche in ciò che una parte dell'amido parzialmente divenuto solubile forma col glutine diastasi (1) in poca quantità e si trasforma in destrina ed in zucchero. Ulteriori esperimenti fecero conoscere che il sal marino possiede la proprietà di rendere di bel nuovo insolubile il glutine che si ritrova in soluzione e di renderlo un'altra volta atto a formarne una pasta.

Ciò conosciuto, avvenne che per effetto delle continue piogge in tempo della raccolta della segala, una gran quantità di questo cereale aveva posto il tallo. Si fecero i primi saggi con farina di tal fatta nella panetteria del signor Ochernal, sopra Techritz, ed avendone avuti dei risultamenti felici si continuarono gli esperimenti, col permesso del Regio Ministero di guerra, anche nella panatica militare in Dresda sotto la direzione del sig. Commissario di guerra Blume e del Dottor Lehmann.

A tal uopo fu scelta una qualità di segala di cui i granelli erano germogliati quasi tutti senza eccezione, e questi furono a

(1) Sostanza azotifera che si può riguardare come albumina vegetale; si coagula a 70°C. — *Trad.*

bella posta macinati con tutti i talli. Uno *scheffel* del peso di 160 libbre dava di

Farina buona	. . . . .	102 libbre
» di 2ª qualità	. . . .	17 »
» nera	. . . . . .	15 1/5 »
Crusca	. . . .	16 1/2 »
Perdita	. . . .	9 »

Dalla farina buona furono prese 40 libbre e queste trattate nel modo ordinario con 31 libbre di acqua e la necessaria quantità di lievito; e dalla massa ottenutane furono formati e pesati i pani che dovevano servire all'esperimento. Si ebbe come risultamento che i pani senza aggiunta alcuna, cuocendosi nel forno si spianarono a guisa di focacce, la crosta se ne staccava, e vi si era formata al disotto una patina che dava al blu; il pane non era mangiabile.

Aggiungendo ad ogni tre libbre di farina 1 *loth* e 1/3 di sale il pane era sensibilmente migliore, conservava la sua forma, ma pure la crosta si distaccava e al lato inferiore vi era ancora rimasto un piccolo taglio o zona cruda: il pane era mangiabile.

Un'aggiunta di due *loth* di sale a tre libbre di farina ebbe il suo pieno effetto: il pane era sotto ogni riguardo soddisfacente, spugnoso, secco, saporoso e non mostrava al taglio zone crude.

L'operazione è molto semplice; stemperare la farina coll'acqua in cui si è disciolto il sale; pel resto si procede come di uso.

Gli esperimenti fatti contemporaneamente con della farina proveniente da frumento tallito non ebbero dei risultamenti soddisfacenti: saranno però continuati.

Oltre al vantaggio di poter panizzare il grano tallito con utile eguale come il grano non tallito, l'uso del sale, nella panizzazione, ci offre ancora un'altra utilità positiva, imperocchè il sale è necessario per la compiuta digestione delle sostanze proteiche contenute nel pane, e, di più, impedisce che questo prende la muffa. Nelle sperienze del Dott. Lehmann si è provato che il pane preparato con sale non aveva presa la muffa anche dopo più mesi, mentre il pane senza sale la prende delle volte dopo pochi giorni.

Aggiungendo del sale, la farina dà al forno un pane molto più bianco; queste sperienze fatte due anni or sono dal Dott. Lehmann si sono comprovate anche negli ultimi tempi da quelle di

Mège-Mouriès, il quale raccomanda al pubblico l'uso del sale nella panizzazione.

Astrazion fatta della particolare importanza che ha il sale nella panizzazione della farina proveniente da segala tallita, sarebbe molto da desiderarsi che anche il nostro pubblico si decidesse a seguire l'esempio del mezzogiorno della Germania ove generalmente si mangia il pane *salato*, come al contrario a non più salare il butirro non destinato ad essere lungamente conservato. Oltre gli effetti dietetici generalmente favorevoli che risultano da un tale uso, non si avrebbe bisogno che, negli anni in cui il grano in gran quantità mette il tallo, il pubblico si avesse da avvezzare all'uso del pane salato. L'effetto secondario del butirro non salato e degli abusi che ne vengono fatti non sarebbe meno favorevole.

Queste verità sono da raccomandarsi a tutti coloro che s'interessano dell'importante problema della nutrizione sana del popolo.

Ma principalmente qui si tratta di divulgare e di mettere in uso generalmente e senza ritardo la panizzazione della farina di segala tallita, adoperando a tal uopo il sal marino.

(*Giornale di Dresda*).

Alla lettera XLII.

Alla coltura di breve durata, alla seminagione di una o di poche specie di erbe riunite, si deve mettere in considerazione particolare la natura dell'erba, ciò che non fa caso nelle barbicaie perenni dei prati. Come i faggi isolatamente crescendo cuoprono una estesa superficie distendendo vicino al suolo i loro rami ornati di foltissimo fogliame, e crescendo serrati l'uno vicino all'altro s'innalzano come tante colonne e si rivestono soltanto in cima con rami e foglie, così ancora nelle barbicaie dei prati naturali aderisce pianta a pianta e cambia la propria costruzione cedendo alla necessità.

Perciò quelle specie di erbe che fanno ciò in minor grado sono delle cattive piante da prato come l'*holcus lanatus*, mentre altre che pure fanno folla come la *dactylis glomerata* L. ed anche l'*aira caespitosa* L. formano grandi cotiche isolate soltanto quando le barbicaie perenni del prato sono cattive.

Nella primavera del 1857 esaminai le cotiche novellamente formate, che erano molto fine e folte di un pezzo di piota staccato dalla parte laterale di un fosso che serviva allo scolo delle

acque di un prato estesissimo; vi trovai per 10,85 pollici quadrati di Assia 265 erbe; nello stesso tempo contai in un altro pezzo di piota vecchia, tolto al prato adacquabile, sopra 14,4 pollici quadrati 210 erbe e 12 altre piante; un terzo pezzo di 13,2 pollici quadrati conteneva 150 erbe e 25 altre piante.

Di già questi alti numeri mi diedero la certezza della verità della mia opinione, che cioè solamente una piccola parte della somma totale delle erbe si sviluppa a perfezione in ciascun anno, e che abbia luogo uno scambio delle piante a norma che le influenze atmosferiche e del suolo variano. Lo stesso fu osservato da altri secondo Thear, e sembra che anche Schwerz l'abbia riconosciuto.

È noto come molte piante, venendo meno una delle condizioni che serve al loro perfetto sviluppo, come p. es. divenendo troppo forte l'ombra di una selva ancora crescente, o al contrario divenendo la luce troppo forte per lo abbattimento degli alberi, non allignano più, e che esse si conservano per la continuazione della vita vegetativa attiva nelle barbicaie, come se ridotte a un grado inferiore della vegetazione aspettassero fino a quando si presentano di bel nuovo condizioni migliori. Così il suolo dei siti ove fu abbattuta una selva si riveste subito con piante, molte delle quali vegetano più anni come il lampone, chè non hanno potuto svilupparsi da semi. Io ho dimostrato che questo comportamento è molto diffuso e non ha luogo solamente là ove si verificano disturbi così positivi, ma che vale in preferenza per le erbe, e che sia quindi della massima importanza per la coltura dei prati.

Ognuno sa che la cenere fa sbucciare le piante di trifoglio (le quali come l'erbe non vengono a fiorire il primo anno), e che dopo la concimazione di un prato vi appariscono ancora altre specie di erbe. Io osservai la quasi esclusiva apparizione di una specie di erba, dell'*arrhenaterum avenaceum*, che dopo la concimazione mercè il così detto fosfato acido di calce appariva stelo a stelo sul pezzo concimato, mentre sopra un altro pezzo non concimato non se ne vedevano che steli singoli e radi.

Ora io esaminai lo stato dei prati in tempo dello sviluppo degli steli e a tal uopo feci con ogni cura tagliare dei pezzi di piote che furono misurati e liberati mercè l'acqua dalla terra aderente alle barbe delle piante, e così ottenni dei densi feltri di barbe confusamente intrecciate di cui furono numerati i singoli individui.

Un piede quadrato di Assia dei seguenti prati conteneva barbe e steli come appresso:

N. 1.) Prato adacquabile presso Zerby: sito asciutto; predominanti: Bromus mollis L. e Arrhenaterum avenaceum P. B. Pezzo esaminato = 22 pollici quadrati;
numero delle piante = 472; in steli 36.

N. 2.) Prato adacquabile ibidem; sito umido; predominante: Glyceria fluitans — Pezzo esaminato = 20 pollici quadrati;
numero delle piante = 1230; in steli 20.

N. 3.) Prato asciutto non adacquabile presso Fehlheim: concimato con del *composto;* predominanti: Agrostis alba et vulgaris. Pezzo esaminato = 56 pollici quadrati; individui = 668, tra cui 601 erbe e 67 altre piante; in steli 66.

Le piante non erbacee erano: Lysimachia nummularia, Bellis perennis L., Veronica chamaedris, Ranunculus, Rumex.

N. 4.) Prato adacquabile presso Fehlheim, alquanto muscoso; predominanti: Poa trivialis, Festuca pratensis, Avena flavescens, Festuca rubra, Agrostis vulgaris. — Pezzo esaminato = 55,25 pollici quadrati; individui = 730, tra i quali 584 erbe, 182 altre piante, in steli 125.

Le piante non erbacee erano: Plantago, Daucus, Veronica, Rumex, Ranunculus, Chrysanthemum, Trifolium repens, Lathyrus.

N. 5.) Prato presso Balgbach nell' Odenwald (pezzo numerato da Pietro Krenz). Predominanti: Agrostis stolonifera et Anthoxanthum odoratum. Pezzo esaminato = un piede quadrato. Individui = 1176, tra i quali 1070 erbe, 56 trifogli, 80 altre piante, in steli circa 38.

N. 6.) Prato presso Balsbach nell'Odonwald assiano. Pezzo numerato da Pietro Krenz; Predominanti: Lolium perenne, Festuca pratensis, Dactylis glomerata. Pezzo esaminato = 1 piede quadrato. Individui = 790, tra i quali 710 erbe e 80 altre piante; (prima della 2ª messa, senza steli).

N. 7.) Prato presso Balsbach, nell'Odenwald assiano. Pezzo numerato da Pietro Krenz; Predominanti: Festuca rubra, Agrostis stolonifera, Anthoxantum odoratum, Cynosurus cristatus. Pezzo esaminato = 1 piede quadrato. Individui 920, erbe 800, altre piante 120, in steli 14.

Dei numeri 5, 6 e 7, fu esaminato un intero piede quadrato, ciò che è molto degno di encomio atteso il penosissimo lavoro, e

Krenz dice: « noi abbiamo accuratamente divise tutte le singole piante, e per non errare le abbiamo unite a dieci e poi a cento. »

N. 8.) Prato non adacquabile nell'orto parrocchiale di Hohenstein, muscoso, con suolo alquanto asciutto. Pezzo numerato dal Parroco Snell. Predominanti: Alopecurus, Dactylis, Arrhenaterum avenaceum. Pezzo esaminato = 9 pollici quadrati. Per ogni piede di Nassau 1040 individui, dei quali 832 erbe, 80 trifoglio, 128 altre piante in steli 208. Le piante non erbacee erano: Plantago, Leontodon, Veronica, Lysimachia nummularia.

N. 9.) Prato asciutto non concimato presso Fehlheim: pieno di cattive erbe. Il pezzo numerato dall'autore era di 60 pollici quadrati, ai quali per un piede quadrato di Assia corrispondevano 379 piante, cioè 276 erbe e 103 altre piante in steli = 0.

Le piante non erbacee erano: Plantago, Prunella vulgaris, Bellis, Ranunculus, Hieracium, Veronica, Carex.

Sinclair trovò per 1 piede quadrato inglese = 1 e 1/2 circa di Assia:

	Piante.	Erbe.	Trifoglio ed altre piante.
Prato ricchissimo Endsleigh . .	1000	940	60
Prato vecchio, ricco Croftchurch .	1090	1032	58
Prato vecchio Wobarn	910	880	30
Prato vecchio Wobarn, suolo umido, superficie con muschio . .	634	510	124
Prato adacquato	1798	1702	96

Confrontando i valori da me citati con quelli di Sinclair ridotti, si ha:

Hanstein	Sinclair
1230	1200
1176	— —
920	— —
790	726
730	— —
668	666
472	606
379	423

un accordo perfetto per quanto se lo poteva aspettare.

Questi rapporti sono di altissima importanza, e spiegano la

sicurezza della rendita e della durata dei prati naturali; son essi che fanno sì « che le barbicaie perenni dei prati nella zona temperata non vengano distrutte nè dal calore nè dal freddo, e somiglino ad una tavola sempre imbandita. »

Il gran numero di piante che si ritrovano in un infimo grado di sviluppo attende come se dormisse, fino a che il tempo del suo perfetto sviluppo si presenta; la specie di pianta che ha maggior bisogno di alimenti viene allora surrogata da una specie meno bisognevole, e ciò dura fino a che per le prime non si sieno rinnovate le condizioni del loro perfetto sviluppo.

E. Hanstein. Giornale per gli agronomi; anno ix, p. 270.

FINE.

INDICE

DELLE CINQUANTA LETTERE CHIMICHE.

lelo dei tre periodi della chimica. — *Terzo periodo:* il periodo dei tempi moderni: si determinano, usando pesi e misure, i rapporti delle proprietà per le quali i corpi dipendono l'uno dall'altro.

LETTERA IV. pag. 52 a 70.

La scienza sotto l'oppressione della scolastica. — Falsa direzione dei sapienti del medio evo; nuova spinta data alla scienza da Copernico, Colombo, Keppler, Galileo, Newton; divulgamento delle loro idee per mezzo dell'invenzione dell'arte tipografica. — Rivoluzione subita dalla chimica per la sua fusione coll'arte medica. — Insegnamento di Aristotile sull'origine e sulle proprietà de'corpi; la sua teoria sui quattro elementi. — Primo sistema dell'arte medica esposto da Galeno; gli alchimisti proseguono sullo stesso sistema; ammissione de'tre nuovi elementi, mercurio, solfo, sale; qualità elementari ritenute dagli alchimisti; credenze sulla virtù medicamentosa della pietra filosofale; la medicina fa uso dei preparati chimici; Paracelso rovescia l'antico sistema medico di Galeno. Archeo; la scienza medica dei tempi moderni; teoriche erronee della medesima (Omeopatia).

LETTERA V. pag. 70 a 76.

Forze chimiche. — Combinazione chimica. — Decomposizione chimica. — Attrazione chimica; affinità. — Classificazione degli elementi; metalli e metalloidi. — Effetto del calore sui corpi. — La tendenza dei corpi di assumere a date temperature lo stato aeriforme è parte essenziale di tutti i processi delle combinazioni e delle decomposizioni. — Forza di coesione. — Precipitazione. — Diverse vie dell'analisi chimica.

LETTERA VI. pag. 76 a 83.

Caratteristiche delle combinazioni chimiche. — La prima e più importante delle combinazioni. — Proporzione in peso di talune combinazioni chimiche. — Surrogamento delle parti costituenti in una combinazione chimica. — Quantità in peso di taluni corpi semplici. — Peso di miscela; equivalenti. — La lingua dei segni chimici. — Acido; base; sale. — Estimazione delle formole chimiche.

LETTERA VII. pag. 83 a 89.

Cause delle proporzioni chimiche. — Teoria atomistica. — Proporzioni dei volumi dei corpi. — Atomi composti e semplici. — Differenze tra l'affinità chimica e la forza di coesione. — Peso relativo degli atomi. — Significazione propria dei numeri degli equivalenti.

LETTERA XXI. pag. 212 a 227.

LETTERA XXII. pag. 227 a 240.

LETTERA XXIII. p. 240 a 252.

LETTERA XXIV. pag. 252 a 279.

LETTERA XXV. pag. 279 a 290.

FINE DELL'INDICE.

ERRATA-CORRIGE.

IN LUOGO	LEGGI
Pag. 145 linea 8 L'uomo riceve ec.	Negli alimenti l'uomo riceve il suo corpo, ec.
Pag. 395 linea 25 stoccopizzo	stoccofisso
Pag. 411 linea 10 per via amido	per via umida
Pag. 481 linea 16 e 31 iemna trisulca	lemna trisulca
Pag. 576 linea 39 accelline	baccelline
Pag. 604 linea 1 in un bel giardino di fresco ec. ec.	in un bel giardino, così fresco e così ameno vi è tutto.
Pag. 614 linea 29 *1 metro*	*1 metze* (metadelia)

CONSIGLIO GENERALE

DI

PUBBLICA ISTRUZIONE

Napoli, 9 Novembre 1859.

Vista la domanda del tipografo Domenico del Re, con la quale ha chiesto di porre a stampa l'opera intitolata: *Cinquanta lettere sulla Chimica applicata del Barone Giusto de Liebig, prima traduzione completa con annotazioni sulla quarta ed ultima edizione tedesca del 1859, per cura del Cav.* VITTORIO KOHLER *e del Prof.* DOMENICO DE LUCA.

Visto il parere del Regio Revisore sig. D. Domenico Minichini.

Si permette che detta opera si stampi, ma non si pubblichi senza un secondo permesso che non si darà se prima lo stesso Regio Revisore non avrà attestato di aver riconosciuto nel confronto esser l'impressione uniforme all'originale approvato.

Il Consultore di Stato
Presidente Provvisorio
Cav. CAPOMAZZA.

Il Segretario Generale
GIUSEPPE PIETROCOLA.

COMMISSIONE ARCIVESCOVILE

PER LA REVISIONE DE' LIBRI.

Nihil obstat

P. D. Aloysius M.ª Tibet Cens. Teol.

Napoli, 7 Novembre 1859.

IMPRIMATUR

Pel Deputato

Leopoldo Ruggiero Segretario